



**Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en  
médecine : temps et discours, approche éthique  
systémique : double discours, approche psychanalytique :  
complémentarité des discours entre science et théologie**

Pascale Lintz

► **To cite this version:**

Pascale Lintz. Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine : temps et discours, approche éthique systémique : double discours, approche psychanalytique : complémentarité des discours entre science et théologie. Psychologie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2014. Français. NNT : 2014MON30062 . tel-01134357

**HAL Id: tel-01134357**

**<https://theses.hal.science/tel-01134357>**

Submitted on 23 Mar 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# THÈSE

Pour obtenir le grade de  
**Docteur**

**Délivré par Université Paul Valéry Montpellier 3**

**Préparée au sein de l'école doctorale ED 58  
Langues, Littératures, Cultures, Civilisations  
Et de l'unité de recherche CRISES**

**Spécialité : Etudes psychanalytiques**

**Présentée par Pascale LINTZ**

**Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine  
Temps et discours, approche éthique systémique  
Double discours, approche psychanalytique  
Complémentarité des discours entre science et théologie.**

Soutenue le 16 décembre 2014 devant le jury composé de

M. Olivier ABEL, Professeur, Institut Protestant de Théologie de Montpellier.

M. Jean-Daniel CAUSSE, Professeur, Université Paul Valéry, Montpellier 3,  
Directeur de recherche.

M. Daniel FREY, Maître de conférence, HDR, Université de Strasbourg, rapporteur.

M. Karsten LEHMKÜHLER, Professeur, Université de Strasbourg, rapporteur.

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>PREMIERE PARTIE .....</b>	<b>11</b>
<b>ASPECTS SCIENTIFIQUES .....</b>	<b>11</b>
CHAPITRE I : PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES NANOTECHNOLOGIES. ....	12
1. <i>Précisions sémantiques.....</i>	12
2. <i>Changement d'échelle .....</i>	13
3. <i>Métrologie.....</i>	14
4. <i>Nanotechnologies et physique quantique .....</i>	15
5. <i>Une définition problématique des nanotechnologies. ....</i>	16
6. <i>Les nanotechnologies : source de paradoxes. Premières pistes de réflexion.....</i>	18
CHAPITRE II : CHAMP D'APPLICATION POSSIBLE DES NANOTECHNOLOGIES EN MÉDECINE.....	20
1. <i>Nanocapteurs biologiques .....</i>	21
1.1 Nanocristaux .....	21
1.2 Puce à ADN (Acide Désoxyribonucléique) .....	21
1.3 Puce à protéines.....	22
1.4 Biopuces à cellules .....	23
1.5 Laboratoires sur puce.....	23
2. <i>Délivrance de médicaments ciblée ou vectorisation des médicaments .....</i>	24
3. <i>Prothèses et implants biocompatibles .....</i>	25
3.1 Biointégration des matériaux et biocompatibilité.....	27
3.2 Ingénierie tissulaire et cellulaire .....	27
4. <i>Diagnostic in vivo.....</i>	29
5. <i>Thérapie génique : vecteurs chimiques ou vecteurs viraux pour le transfert de gènes in vivo</i>	30
6. <i>Les axes majeurs d'application des nanotechnologies en médecine .....</i>	31
6.1 La thérapie .....	31
6.2 Les prothèses, les implants .....	32
6.3 L'élaboration de diagnostic.....	33
7. <i>Pistes complémentaires de réflexion .....</i>	34
<b>DEUXIEME PARTIE.....</b>	<b>36</b>
<b>TEMPS ET DISCOURS : APPROCHE ETHIQUE SYSTEMIQUE.....</b>	<b>36</b>
CHAPITRE I : ELABORATION D'UNE NANO-ÉTHIQUE .....	37
1. <i>Circonscrire l'objet éthique ? .....</i>	37
1.1 L'écueil de la définition des nanotechnologies .....	37
1.2 Définition par exclusion .....	38
1.3 Une définition par exclusion : une aide éventuelle à la délimitation de l'objet éthique ? .....	40
2. <i>Quelle éthique pour les nanotechnologies ? .....</i>	45
2.1 Une éthique pour ou par les nanotechnologies .....	46
2.2 Une éthique complexe liée à un principe d'incertitude de l'action.....	48
2.3 Une éthique générique.....	50
2.4 Une éthique dialogique.....	53

2.5 Eclairages complémentaires à une éthique dialogique .....	60
2.5.1 Evolution de la science vers la techno-science .....	60
2.5.2 Définition de la nature humaine remise en cause par les neurosciences .....	67
2.5.3 Ethique, morale et moralisme .....	68
2.6 Proposition d'un modèle de réflexion éthique avec une dimension temporelle .....	71
2.6.1 Le temps et le discours de la promesse .....	73
2.6.2 Interférence entre l'élaboration de normes éthiques, la logique économique et la stratégie politique .....	77
2.6.3 Trois niveaux temporels en interaction .....	80
CHAPITRE II : PROBLÈMES ÉTHIQUES POSÉS PAR LES NANOTECHNOLOGIES EN MÉDECINE .....	82
1. <i>La toxicité des nanoparticules et son évaluation</i> .....	82
1.1 Le constat des incertitudes en la matière .....	83
1.2 D'un changement d'analyse et de langage souhaitable : vers une « éthique de l'honnêteté » .....	89
2. <i>Analyse du débat public français sur les nanotechnologies</i> .....	91
2.1 L'organisation singulière du débat public .....	91
2.2 Le traitement des problèmes éthiques liés aux nanotechnologies pendant le débat public .....	93
2.3 Les questions éthiques noyées dans un débat atomisé .....	98
2.4 Le débat public français : un échec annoncé ? .....	101
2.5 Un bilan « nanométrique » .....	104
2.6 La réponse gouvernementale de 2012 : confusion dans le discours .....	106
3. <i>Focalisation sur les enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine</i> .....	112
3.1 L'aspect paradoxal des produits de la nanomédecine .....	112
3.2 Une éthique dialogique pour les nanotechnologies appliquées à la médecine .....	114
3.3 La méthode de l'analyse d'un cas éthique .....	115
3.4 Les frontières de l'agir médical : soigner ou « augmenter » ? .....	122
<b>TROISIEME PARTIE</b> .....	<b>127</b>
<b>DOUBLE DISCOURS : APPROCHE PSYCHANALYTIQUE</b> .....	<b>127</b>
CHAPITRE I : L'AVENIR DE L'HOMME .....	129
1. <i>Un discours à double entrée</i> .....	129
2. <i>La transgression des limites</i> .....	131
3. <i>L'illusion de la toute-puissance infantile</i> .....	133
4. <i>La volonté de toute-puissance dans tous ses états : maîtriser l'in-maîtrisable</i> .....	134
4.1 Une pensée magique .....	134
4.2 Un rapport à la mort et à la castration problématique .....	135
4.3 Le déni (de réalité) de la castration : la mort lente du sujet ? .....	140
4.4 Un rapport paradoxal au temps .....	141
4.4.1 La « maltraitance » de l'inscription du sujet dans le temps .....	141
4.4.2 Eternité et accélération du temps .....	144
4.4.3 Un rapport à soi ponctuel .....	146
CHAPITRE II : LA « MALTRAITEMENT » DU CORPS .....	148
1. <i>Déni de la mort, négation des contraintes biologiques</i> .....	148
2. <i>Corps objet</i> .....	150

3. Corps dopé, corps drogué, corps « amélioré » .....	152
4. Corps amélioré et augmenté.....	153
5. Corps transparent .....	157
CHAPITRE III : QUELQUES HYPOTHESES D'UN POINT DE VUE PSYCHANALYTIQUE.....	161
1. Amour et haine du corps .....	162
2. Entre culture du narcissisme et faille narcissique.....	170
3. Vers la mort du corps, vers la mort du sujet .....	173
4. « Entrepreneur de soi-même ».....	175
5. Toute puissance et toute jouissance : vers une forme de perversion ? .....	179
5.1 Le discours de la science .....	180
5.2 L'idéal de la toute jouissance .....	182
5.3 Nanotechnologies et transgression des limites .....	186
<b>QUATRIEME PARTIE.....</b>	<b>190</b>
<b>COMPLEMENTARITE DES DISCOURS ENTRE SCIENCE ET THEOLOGIE .....</b>	<b>190</b>
CHAPITRE I : SCIENCE ET THÉOLOGIE. QUEL DIALOGUE POSSIBLE ?.....	191
1. « Unifier, scinder, connecter » ? .....	191
2. Evolution du statut de la théologie et du statut de la science .....	193
3. Relation de subordination patente entre science et théologie.....	197
4. Relation de subordination triangulaire entre économie, science et théologie.....	198
CHAPITRE II : COMPRÉHENSION DE L'EXISTENCE HUMAINE : ÉTAT DES LIEUX .....	199
1. Vision « finie » mais transgressive du discours de la science.....	199
1.1 Vison « finie » de l'existence humaine.....	199
1.2 Mesurer le glissement du discours transhumaniste au discours posthumaniste .....	200
2. Tension entre le discours scientifique et le discours théologique : état des lieux.....	202
2.1 Premier constat : passage d'une relation triangulaire à une relation binaire .....	202
2.2 Deuxième constat : passage d'une Parole révélée et transmise à une écriture du nombre .....	203
2.3 Troisième constat : une représentation nécessairement interprétée des images des nanosciences, source possible d'une nouvelle mythologie.....	206
3. Deux illustrations du texte biblique en tension avec le discours scientifique.....	209
3.1 L'idolâtrie .....	210
3.2 La dictature du voir et de l'image .....	213
4. Le lieu du corps : vulnérabilité négative, vulnérabilité positive .....	216
5. Vers l'élaboration d'une grille de critères pour une éthique théologique des nanotechnologies .....	219
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>227</b>
. ANNEXE N°1 : CHARTE ÉTHIQUE DE L'INGÉNIEUR.....	234
. ANNEXE N° 2 : BILAN DE LA CNDP DU DÉBAT PUBLIC.....	236
. ANNEXE N° 3 : RÉPONSE GOUVERNEMENTALE AU DÉBAT PUBLIC.....	250
. ANNEXE N° 4 : PLAQUETTE DE TECHNOPROG.....	256

. ANNEXE N° 5 : CONTRIBUTION AU DÉBAT PUBLIC DE TECHNOPROG.....	258
BIBLIOGRAPHIE.....	262
TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	290
INDEX .....	292
ABREVIATIONS UTILISEES .....	296

## INTRODUCTION

L'émergence des nanotechnologies est restée confidentielle et réservée aux scientifiques spécialisés en physique quantique de nombreuses années. On considère que « l'acte de naissance » des nanosciences date du discours de 1959 de Richard Feynman, prix Nobel de physique qui affirme à cette époque concernant l'état des lieux de la recherche en physique : « There is plenty of room at the bottom » (Il y a plein de place tout en bas)<sup>1</sup>. Cette affirmation a permis d'attirer l'attention sur l'immense champ de recherche encore à découvrir concernant l'infiniment petit, en particulier à l'échelle nanométrique. Cette exploration a pu se concrétiser grâce à la mise au point de nouveaux microscopes extrêmement sophistiqués, notamment le microscope à effet tunnel mis au point en 1986 par Gerd Binnig et Heinrich Rohrer, prix Nobel de physique en 1986, puis le microscope à force atomique. Ces instruments ont permis de voir et de manipuler les objets à l'échelle du nanomètre. Parallèlement, depuis les années 1970, le développement des microsystèmes a été considérable et la miniaturisation des composants progresse sans cesse. L'élaboration de ces microsystèmes est liée maintenant avec les possibilités des nanotechnologies. Les applications des nanotechnologies exploitent les propriétés inédites de la matière à l'échelle nanométrique qui changent de façon radicale à cette échelle. Ainsi les applications des nanotechnologies concernent de nombreux domaines : les matériaux, l'électronique, les capteurs, le textile, l'industrie automobile, l'énergie, l'outillage, la chimie (élaboration de nouvelles encres et peintures), l'environnement (dépollution des eaux et des sols), la cosmétique, la médecine, la chirurgie.

Sans négliger les autres champs d'application des nanotechnologies, le sujet a dû être circonscrit et la réflexion se focalisera sur les applications des nanotechnologies en médecine. Ces applications entrent dans le cadre de la notion de convergence entre plusieurs domaines scientifiques et techniques. Une présentation scientifique de l'état d'avancement des possibilités des nanotechnologies appliquées à la médecine s'est avérée indispensable pour appréhender le champ des possibles. Etant donné la vitesse

---

<sup>1</sup> Richard FEYNMAN, *There's Plenty of Room at the Bottom*, réunion annuelle de la Société américaine de physique à Pasadena, Californie, 1959, disponible sur le site Internet : [www.zyvex.com/nanotech/feynman.html](http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html).

d'évolution des recherches, cette présentation est datée. Elle se situe entre 2008 et le début de 2014<sup>2</sup>.

Chaque avancée scientifique et technologique fait surgir de nouveaux discours auxquels les nanotechnologies n'échappent pas. A l'issue d'un parcours à travers la littérature scientifique en ce domaine mais également à travers la presse de vulgarisation scientifique, les ouvrages de vulgarisation du CNRS, les brochures promotionnelles de l'entreprise du médicament (LEEM), les déclarations politiques, le 7<sup>e</sup> programme cadre de recherche et développement (7<sup>e</sup> PCRD), le discours du mouvement transhumaniste, est apparue une multitude de discours hétérogènes sur les nanotechnologies dont il a fallu tenir compte dans l'élaboration de l'objet éthique et dans la réflexion éthique elle-même. Le décryptage du discours sous-jacent au discours descriptif et objectivant des sciences s'est révélé utile. Les questions éthiques liées aux nanotechnologies apparaissent de façon parcellaire et une approche globale fait souvent défaut. Le questionnement éthique est souvent mené dans le cadre d'une éthique appliquée à l'instar du modèle de la bioéthique. Il balaie un faisceau d'opinions assez large qui va d'un questionnement sur la nécessité et l'utilité d'élaborer une éthique spécifique aux nanotechnologies à une éthique complexe, en passant par une éthique générique et une éthique dialogique. Les différentes approches éthiques étudiées ici sont issues de l'espace francophone. La comparaison entre une réflexion élaborée en France et une réflexion issue des travaux d'éthiciens du Québec (en particulier l'éthique dialogique) est riche d'enseignement. La compréhension et l'acceptation des nanotechnologies sont sensiblement différentes en Europe et dans le monde anglo-saxon. Elles sont liées en particulier au modèle économique et au modèle social des deux sphères culturelles. Ces différents angles d'approche d'une nano-éthique sont examinés pour proposer ensuite un modèle de réflexion éthique systémique.

Au cours de ce travail de recherche, les nanotechnologies ont fait l'objet d'un « effet de mode » dans les médias s'articulant avec l'organisation en France du débat public sur les nanotechnologies. A cette occasion, de nombreux articles de journaux et d'émission de télévision ont été proposés. Ils ont ainsi alimenté et enrichi – positivement ou négativement - les différents types de discours déjà opérant sur les nanotechnologies, qui vont d'une acceptation enthousiaste à un refus catégorique de celles-ci. Une analyse

---

<sup>2</sup> Michel WAUTELET (& collectif), *Les nanotechnologies*, Paris, Dunod, coll. Universciences, 3<sup>e</sup> édition, 2014. Pour un état des lieux très récent.



de ce débat est proposé pour rendre compte d'une part, de la difficulté d'un tel débat et, d'autre part, de l'appréciation de la vision et du discours politique face à l'innovation et aux avancées de la science dans la perspective d'une nano-éthique.

Une attention particulière est consacrée aux enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine à travers l'analyse des aspects paradoxaux de la nanomédecine, des limites de la méthode d'analyse d'un cas éthique, et de la difficulté à délimiter la frontière de l'agir médical entre soigner, améliorer et augmenter. En effet, actuellement la réflexion se focalise plus particulièrement sur la notion de *Human Enhancement* (l'augmentation de l'être humain). Certaines applications des nanotechnologies pourraient y contribuer. Cette éventualité alimente depuis plusieurs années un discours techno-prophétique sur les nanotechnologies largement porté, d'un point de vue culturel par des romans et des films de science-fiction, d'un point de vue idéologique par le courant transhumaniste. Ce courant s'intéresse tout particulièrement aux possibilités d'application des nanotechnologies à la médecine dans une perspective d'augmentation des capacités humaines d'un point de vue corporel et intellectuel. Son discours n'est pas sans poser problème.

Une approche psychanalytique du discours transhumaniste sur les nanotechnologies n'a pas encore fait l'objet d'une réflexion approfondie à notre connaissance. C'est la raison pour laquelle il est examiné de ce point de vue. Ce discours est une illustration exacerbée du rapport que nos contemporains entretiennent avec la science, l'innovation et le progrès technologique. Il se situe dans un contexte général dans lequel le curseur des possibilités de la médecine est sans cesse repoussé, aussi bien en ce qui concerne le début de la vie avec les techniques évolutives de procréation que la fin de la vie avec l'augmentation de l'espérance de vie. Une remise en question radicale de la notion de limite est posée par le discours transhumaniste sur les nanotechnologies qui entraîne plusieurs conséquences : une volonté de plus en plus forte de toute puissance sur l'existence, une volonté de toute-maîtrise sur le temps d'une vie, sur le moment de la mort.

Ce discours s'inscrit également dans une société où le rapport au corps est en pleine mutation. Il est souvent considéré comme un objet de science à explorer, à comprendre, à améliorer. Les limites « naturelles » du corps ainsi ne sont plus satisfaisantes. Les contraintes biologiques du corps sont rejetées. Les nanotechnologies vont alors être présentées comme la solution technique en vue d'une amélioration voire d'une

augmentation des capacités du corps humain dans sa dimension physique et psychique. L'imaginaire va alimenter une nouvelle représentation de l'être humain qui met à mal la limite entre le naturel et l'artificiel. Emerge alors l'image de l'être humain connecté, de l'être humain hybride, du cyborg. Cette image est présentée comme allant de soi et apparaît comme une échéance inéluctable et logique de l'évolution humaine. Toute conséquence psychologique est évincée dans la réflexion car considérée comme non pertinente. Quelques hypothèses psychanalytiques seront donc proposées sur cette nouvelle relation au corps et ses conséquences sur le sujet lui-même.

L'être humain se fait donc artisan de son corps, « entrepreneur de soi-même ». Cette relation est essentiellement binaire et l'éviction du tiers semble entérinée.

La reprise théologique se place sous l'angle d'une remise au centre de l'être humain dans les réflexions et les préoccupations éthiques. Il s'agit de préciser quelle est la place du discours théologique dans un monde largement technicisé et quelle est sa relation possible avec le discours scientifique. En jouant en quelque sorte le rôle du tiers, il semble qu'il puisse contribuer à une mise à distance par rapport à une relation idolâtrique à l'objet technique et nanotechnologique. Il peut également permettre une réflexion sur une relation contemporaine à l'objet qualifiée de « dictature » de l'image et du voir et sur une relation ambiguë à la vulnérabilité du corps. La présente réflexion s'achemine alors vers le début d'une élaboration d'une éthique théologique qui remet la notion de vulnérabilité au centre de la discussion et vers le choix de critères qui se veulent, si possible, pertinents.

Ce travail est pluridisciplinaire et se décline en quatre parties : scientifique, éthique, psychanalytique et théologique. Cette démarche a privilégié une « pensée en arborescence ». Il a été nécessaire, en particulier dans l'élaboration de la réflexion éthique, d'ouvrir plusieurs fenêtres qui illustrent l'aspect éminemment contextuel de la question des nanotechnologies dans une perspective épistémologique. De nombreux paramètres ont dû être pris en compte : la place de la science dans notre société, les enjeux économiques très importants, le contexte géopolitique, le rapport qu'entretient le grand public avec le progrès scientifique entre peur et fascination. Le résultat en est une présentation et une analyse systémique en prenant soin de regrouper les différentes facettes de chaque avancée dans l'élaboration de la réflexion éthique, de l'aspect

psychanalytique et de critères pour une éthique théologique sous forme de tableaux récapitulatifs et de schémas synthétiques.

Dans la partie éthique, la thèse de la nécessité de l'élaboration d'une nano-éthique systémique sera soutenue. Les hypothèses psychanalytiques sur le discours transhumaniste des nanotechnologies proposeront une réflexion sur la notion de transgression des limites, de toute-puissance et de toute-jouissance. La partie théologique soutiendra l'idée d'une complémentarité du discours de la science et du discours théologique face à l'émergence d'une approche de plus en plus technicisée du devenir de l'être humain.

**PREMIERE PARTIE**  
**ASPECTS SCIENTIFIQUES**

# Chapitre I : Présentation générale des Nanotechnologies.

## 1. Précisions sémantiques

Il convient tout d'abord de bien définir les termes qui seront employés dans le présent travail car le préfixe « nano » est un terme à fort pouvoir évocateur, source d'abus de langage ou de glissements sémantiques dans la mesure où les nanotechnologies ouvrent le champ à d'immenses espoirs scientifiques et technologiques quant à leurs applications dans de nombreux domaines et que « pour les besoins de la cause des pans entiers de certains champs scientifiques ont été rebaptisés "nanos" »<sup>3</sup>.

Les définitions suivantes seront retenues :

Les **nano-objets** « sont composés de quelques dizaines à quelques milliers d'atomes regroupés en paquets (nanoparticules, nanopoudres) ou assemblés en structure : nanotubes, nanocouches, etc »<sup>4</sup>. Ils peuvent être utilisés seuls ou en vue d'élaborer des nanomatériaux.

Les **nanomatériaux** peuvent être classés en trois catégories : les matériaux nanorenforcés dans lesquels des nano-objets sont introduits dans une matrice et vont ainsi modifier les propriétés physiques des matériaux ; les matériaux nanostructurés en surface dans lesquels les nano-objets vont constituer les éléments de revêtement de surface ; les matériaux nanostructurés en volume dans lesquels les nano-objets vont être les éléments de matériaux massifs qui auront des propriétés physiques particulières<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Claude WEISBUCH, conférence de physique appliquée du 17/10/2006 : *Les risques des nanotechnologies*, université de tous les savoirs, Canal U, site internet [www.canalu.tv](http://www.canalu.tv) consulté le 24/02/2009.

<sup>4</sup> Dominique LUZEAUX, Thierry PUIG, *A la conquête du nanomonde. Nanotechnologies et microsystèmes*, Paris, éditions du Félin, 2007, p.12.

<sup>5</sup> Eric GAFFET, « Nanotechnologies et santé publique, Nanomatériaux : différentes voies de synthèse, propriétés, applications et marchés », *Revue du Haut Conseil de la Santé Publique ADSP, actualité et dossier en santé publique*, Paris, La Documentation Française N° 64 septembre 2008, p. 18-19.

Les **nanosciences** « s'intéressent à la recherche fondamentale des propriétés émergentes (physiques, chimiques et biologiques) de ces agrégats <sup>6</sup> ainsi qu'à leur fabrication et à leur assemblage par auto-organisation »<sup>7</sup>.

Les **nanotechnologies** : ce terme inédit est employé par le Pr. Norio Taniguchi de l'université de Tokyo lors d'une rencontre de la Japan Society of Precision Engineering tenue à Tokyo en 1974 et dans sa publication scientifique de la même année. Il définissait la « nanotechnology » comme l'ensemble des procédés de séparation, consolidation et déformation des matériaux atome par atome ou molécule par molécule <sup>8</sup>. Une deuxième définition plus large paraît également claire : les nanotechnologies « couvrent le volet plus applicatif de la recherche finalisée et regroupent l'ensemble des savoir-faire qui permettent de travailler à l'échelle moléculaire pour organiser la matière afin de réaliser objets et matériaux, éventuellement jusqu'à l'échelle macroscopique »<sup>9</sup>.

Les **nanosystèmes** « se veulent l'assemblage de constituants à l'échelle nano en vue de réaliser une fonction donnée dans un environnement donné »<sup>10</sup>.

## 2. Changement d'échelle

Le progrès scientifique et le développement industriel sont sur le point de proposer à l'humanité de nouvelles technologies dont la compréhension et la représentation conceptuelle remettent en question notre perception du monde. Il s'agit en l'occurrence des nanotechnologies, terme nouveau formé de l'adjectif grec **nano** (νανος : d'une petitesse excessive, nain) et du mot bien connu **technologie** (mot également d'origine grec : τεχνη qui signifie art manuel, industrie, habilité à faire quelque chose et λογος : la parole, et un sens dérivé : explication). Notons que jusqu'à présent le vocable **micro**

---

<sup>6</sup> C'est-à-dire les nanomatériaux composés de nano-objets.

<sup>7</sup> Dominique LUZEAUX, Thierry PUIG, *A la conquête du nanomonde. Nanotechnologies et microsystèmes*, op. cit., p. 12.

<sup>8</sup> Taniguchi, N. *On the Basic Concept of "Nano-Technology"*, Proc.Intl.Conf.Prod. Londres, IIe partie, British Society of Precision Engineering, cité par Jean-Pierre BELAND, Johane PATENAUDE, dir., *Les nanotechnologies : Développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, Québec, Presses Universitaires de Laval, 2009, p. 22-23.

<sup>9</sup> Dominique LUZEAUX, Thierry PUIG, *A la conquête du nanomonde. Nanotechnologies et microsystèmes*, op. cit., p. 12.

<sup>10</sup> *Ibid.*, p. 12.

(μικρος : petit par la taille) était utilisé pour désigner des technologies afférentes à des objets de très petite taille, en l'occurrence *microscopique*<sup>11</sup>. Avec les nanotechnologies, nous assistons à un changement d'échelle inédit puisque le préfixe *nano* (symbole : n) placé devant une unité, la divise par 10 puissance 9 ainsi le nanomètre (symbole : nm) équivaut à un milliardième de mètre (1/1 000 000 000<sup>e</sup>) soit 10 puissance - 9. Pour se donner une représentation adéquate de cette échelle, la phrase suivante paraît pertinente : « Le nanomètre est au mètre ce que le pamplemousse est à la terre »<sup>12</sup>. Nous sommes donc en présence d'une représentation de la matière à l'échelle de la molécule. Cependant le nanomètre n'est pas considéré comme « l'infiniment petit ». L'atome correspond à 0,1 nm et est lui-même formé d'électrons (10 000 à 100 000 fois plus petits) autour d'un noyau. Le noyau est constitué d'éléments plus petits que sont les protons et les neutrons. Ces derniers sont constitués de particules encore plus infimes<sup>13</sup>.

### 3. Métrologie

Cette représentation atomique peut uniquement être appréhendée par le cerveau humain grâce à l'utilisation d'instruments de mesure extrêmement sophistiqués et non accessibles aux communs des mortels. Les microscopes traditionnels optiques peuvent nous faire voir des objets d'une taille de l'ordre du micromètre. De nouveaux appareils ont été mis au point pour observer des objets de la taille du nanomètre. Ils peuvent être classés en trois catégories<sup>14</sup> : les microscopes électroniques à transmission, les microscopes à balayage de sonde et les pinces optiques. La première catégorie regroupe le microscope à transmission électronique (TEM) et le microscope à transmission électronique de haute résolution (HRTEM), ceux-ci permettent de révéler et d'explorer la structure interne d'un échantillon. La deuxième catégorie est composée de microscopes à balayage de son (SPM) utilisant l'interaction entre une pointe très fine et une surface pour obtenir une image et permettant également la manipulation atome par

---

<sup>11</sup> Dictionnaire A. BAILLY, Grec-Français, Paris, Hachette, 26<sup>e</sup> édition 1963, p. 1200, 1283, 1311, 1923.

<sup>12</sup> Synthèse de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Assemblée Nationale et Sénat, *Les nanotechnologies : risques potentiels, enjeux éthiques*. Audition publique du mardi 7 novembre 2006.

<sup>13</sup> Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, Paris, CNRS éditions, Centre de Vulgarisation de la Connaissance, coll. Nature des sciences, 2006, p. 8-9.

<sup>14</sup> Jixing LIU, « Les dernières avancées en nanotechnologies » in *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, Paris, éditions UNESCO, coll. Ethiques, 2008, p. 67-68.

atome ; le microscope à force atomique (AFM : Atomic Force Microscope)<sup>15</sup> et le microscope à effet tunnel (STM : Scanning Tunneling Microscope)<sup>16</sup> fournissent des informations sur la surface d'un échantillon avec une résolution atomique. La troisième catégorie comprend les pinces optiques<sup>17</sup> qui concentrent un seul rayon laser sur un point d'un échantillon et permettent d'analyser des atomes isolés, des brins d'ADN (Acide Désoxyribonucléique), des cellules vivantes par exemple.

#### 4. Nanotechnologies et physique quantique

Les nanotechnologies ont un lien étroit avec les grands principes de la physique quantique qui modifient de façon significative notre compréhension du monde physique. Tout d'abord, la mécanique quantique fait voler en éclats notre conception personnelle de la réalité en proposant une compréhension radicalement différente des acquis de la physique dans notre perception de l'espace et du temps, en particulier à l'échelle moléculaire et atomique. Sans rentrer dans des détails hautement techniques, disons simplement que la mécanique quantique soutient que l'on ne peut *jamais* connaître *simultanément* la position exacte et la vitesse exacte d'une particule. La seule donnée qu'il est possible d'avancer est de prédire la *probabilité* que telle expérience donne tel ou tel résultat. La mécanique quantique franchit ensuite un seuil supplémentaire en postulant qu'une particule peut rester dans un état d'incertitude entre

---

<sup>15</sup> Microscope à sonde locale : « (...) Il s'agit d'une famille de microscopes dont l'élément de base, la sonde, est une pointe ultrafine, terminée par quelques atomes. On approche cette pointe très près de la surface de l'objet étudié, si près (moins d'un nanomètre) que la pointe devient sensible à la surface, qu'elle interagit avec ses atomes ou molécules. (...) Une telle exploration, minutieuse et systématique, fournit une cartographie de la surface permettant de visualiser les atomes ». Microscope à effet tunnel : « un courant d'électrons franchit l'espace qui sépare la pointe du microscope à effet tunnel de la surface de l'objet que l'on veut visualiser à l'échelle nanométrique. Ce courant provient d'un « effet tunnel » expliqué par la physique quantique. Il varie en fonction de la position des atomes de la surface par rapport à ceux de la pointe, ce qui permet de cartographier cette surface ». Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, op. cit., p. 12-13.

<sup>16</sup> « Il [le microscope à effet tunnel] balaye plutôt la surface d'un échantillon comme s'il lisait du Braille, déplaçant systématiquement son doigt en long et en large sur le relief créé par les atomes. La sonde, aussi fine qu'un atome, est sensible aux variations d'amplitude de la surface de l'échantillon et les transmet à un ordinateur : celui-ci affiche alors une image reconstruite de l'ensemble », Ted SARGENT, *Bienvenue dans le nanomonde*, Paris, Dunod, 2006, coll. Quai des sciences, p. 18.

<sup>17</sup> « Les pinces optiques utilisent un seul rayon laser (concentré par un objectif de microscope de haute qualité) sur un point d'un spécimen. La radiation de la pression et les énergies irradiées par ce point créent un "piège optique" qui permet de maintenir une particule au centre. De faibles énergies interatomiques et leurs déplacements peuvent être alors mesurés. (...) Les pièges optiques sont maintenant utilisés comme une méthode standard de manipulation et de mesure », Jixing LIU, « Les dernières avancées en nanotechnologies » in *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, op. cit., p. 68.



telle ou telle propriété particulière. Cet état d'incertitude existerait aussi entre deux particules, c'est-à-dire que deux particules, même très éloignées spatialement l'une de l'autre, peuvent faire une sélection aléatoire d'une propriété plutôt que d'une autre et pourtant cette sélection sera corrélée entre ces deux particules. Ce qui est donc nouveau par rapport aux principes physiques élaborés par Newton c'est, qu'en mécanique quantique, des expériences identiques avec des conditions initiales identiques ne conduisent pas forcément à des résultats de mesures identiques. Cette constatation revêt un caractère extrêmement déroutant et déstabilisant dans la compréhension habituelle du monde qui nous entoure et des phénomènes physiques. Il en est de même dans le cercle étroit des physiciens puisque pendant plusieurs décennies Einstein et ses collaborateurs se sont heurtés aux adeptes de la physique quantique, en particulier Niels Bohr, Werner Heisenberg et John Bell<sup>18</sup>.

La mécanique quantique implique donc une deuxième révolution dans le champ de la physique dont la caractéristique majeure, qui nous intéresse ici, est la suivante : une introduction des probabilités au cœur des lois de la physique en particulier à l'échelle microscopique<sup>19</sup>. Selon le principe du physicien Heisenberg (principe d'incertitude), l'incertitude est intrinsèque à la nature ondulatoire de la mécanique quantique et existe indépendamment de toutes les mesures physiques que l'on peut en effectuer.

Le défi est donc de maintenir ensemble dans notre compréhension des nanotechnologies l'expérience macroscopique de la vie de tous les jours avec la réalité microscopique que nous révèlent les avancées de la mécanique quantique.

## 5. Une définition problématique des nanotechnologies.

La définition du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE) est la suivante : « Les nanosciences et les nanotechnologies ont pour objectif la manipulation par l'homme des

---

<sup>18</sup> Brian GREENE, *The fabric of the cosmos*, 2004, traduction française : *La magie du cosmos*, Paris, Robert Laffont, 2005, p. 120-156, en particulier le chapitre intitulé : *Einstein et la mécanique quantique* p. 120-124 et le chapitre intitulé : *Einstein, l'incertitude et une question de réalité* p. 128-132.

<sup>19</sup> *Ibid.*, chapitre 4 *L'espace sens dessus dessous*, p. 102-156.

constituants élémentaires et universels de la matière, atome par atome, à l'échelle du millionième de millimètre : le nanomètre »<sup>20</sup>.

Cette définition a malheureusement deux défauts, le premier est de ne pas faire une distinction nette entre la notion de nanoscience et de nanotechnologie, ce qui peut porter à une certaine confusion pour un lecteur non initié. En effet, « la nanoscience vise à l'exploration des phénomènes nouveaux apparaissant aux dimensions nanométriques, les nanotechnologies à leur mise en œuvre dans des produits, ces phénomènes nouveaux ayant des origines physiques très variées »<sup>21</sup>. Il convient donc de faire la distinction entre la recherche fondamentale et les applications technologiques induites par les avancées scientifiques de cette même recherche fondamentale. L'intervention de l'éthique se situe alors principalement au niveau de la réflexion sur les utilisations que l'homme fait de ces découvertes scientifiques et de l'encadrement des nouvelles possibilités de ces techniques dans ses effets positifs et négatifs.

Le deuxième défaut est de présenter de manière réductrice l'objectif des nanosciences et des nanotechnologies comme la manipulation atome par atome des constituants de la matière. De cette façon, seule la voie ascendante ou *bottom-up* – appelée aussi *la monumentalisation* – est retenue, c'est-à-dire que seule est prise en compte la technique qui consiste à assembler un à un des atomes ou des ensembles d'atomes pour construire des objets de taille supérieure. Ces nouveaux objets auront des propriétés physiques ou chimiques nouvelles. Le CCNE retient donc cette définition restrictive comme définition des nanotechnologies. Le consensus repose alors sur l'échelle de grandeur, c'est-à-dire entre 1 et 100 nanomètres, ce que les philosophes Bernadette Bensaude-Vincent, Raphaël Larrère et Vanessa Nurock nomment une définition *en compréhension*<sup>22</sup> par opposition à une définition *en extension* nettement plus difficile à élaborer d'après les mêmes auteurs.

Cependant, de nombreux ouvrages font référence à une deuxième voie : la voie descendante ou *top-down* – désignée aussi par le mot courant de *miniaturisation* – qui

---

<sup>20</sup> Avis N° 96 du 1<sup>er</sup> février 2007 du Comité Consultatif National d'Éthique (CCNE), *Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé*, Les cahiers du Comité Consultatif National d'Éthique pour les sciences de la vie et de la santé N° 51 Avril-Juin 2007, Paris, Mazarine Image, p. 9.

<sup>21</sup> Claude WEISBUCH, *Les risques des nanotechnologies*, conférence du 17 octobre 2006, Canal-U, université de tous les savoirs, sur le site Internet [www.canalu.tv](http://www.canalu.tv), site internet consulté le 24/02/2009.

<sup>22</sup> Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK, dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, Paris, Vuibert, coll. « Machinations », 2008, introduction : Pour une philosophie de terrain p. XX.

consiste à fabriquer des objets de plus en plus petits en passant, dans un premier temps, de l'échelle du centimètre à celle du micromètre et, dans un second temps, de l'échelle du micromètre à celle du nanomètre. La voie descendante est une des caractéristiques majeures de la micro-électronique basée sur la *loi de Moore*<sup>23</sup> selon laquelle le nombre de transistors des microprocesseurs sur une puce de silicium double tous les deux ans. Cette voie descendante est loin d'être négligeable puisque la miniaturisation des composants électroniques est à la source du développement sans précédent de l'informatique et des systèmes d'information et de communication. Ces deux domaines se retrouvent dans la notion de convergence que l'on évoque souvent dans le développement des nanotechnologies.

#### 6. Les nanotechnologies : source de paradoxes. Premières pistes de réflexion.

Dès à présent, il est possible de discerner quelques pistes de réflexion qui seront développées et complétées dans la deuxième partie consacrée à l'analyse et aux enjeux éthiques des nanotechnologies.

Premièrement, le changement d'échelle, qui implique un effort intellectuel important pour se représenter le monde nanométrique, et les opérations complexes de mesure à l'aide d'outils sophistiqués pour appréhender et conceptualiser les nano-objets ou les nanomatériaux induisent une première « révolution » dans notre *Weltanschauung* (représentation du monde). L'affirmation est à prendre au conditionnel car il conviendra de préciser ce qu'on entend par représentation du monde et en quoi les nanosciences sont-elles une révolution scientifique, ou bien est-ce leurs applications éventuelles, c'est-à-dire les nanotechnologies qui induiront cette révolution dans notre représentation du monde.

Deuxièmement, les conclusions auxquelles arrive la mécanique quantique ne sont pas étrangères aux risques que peuvent impliquer les nanotechnologies. D'ores et déjà, il convient de retenir que les objets ou composants nanométriques ont généralement des propriétés chimiques, électriques et magnétiques différentes de celles des objets

---

<sup>23</sup> Gordon Moore, co-fondateur de la société INTEL, avait prévu cette loi empirique en 1965, d'où son nom : *Loi de Moore*.

microscopiques ou macroscopiques. Ce phénomène s'explique par le fait que la taille réduite d'un objet a pour conséquence une diminution plus importante de son volume que de sa surface. Ainsi la proportion d'atomes présents à la surface de l'objet est plus importante que la proportion d'atomes à l'intérieur de l'objet. Les atomes à la surface sont plus « réactifs » dans les objets nanométriques<sup>24</sup>. Les propriétés physiques et chimiques des nanomatériaux, propriétés nouvelles que les chercheurs et les industriels essaient d'exploiter comme la réactivité des surfaces ou la taille nanométrique sont paradoxalement les propriétés qui posent le problème des risques des nanotechnologies, en particulier le risque de dissémination des nanoparticules dans l'environnement et pour la santé humaine. En médecine, le paradoxe consiste à évaluer et si possible à maîtriser le danger des nanoparticules à passer les barrières cutanées, intestinales, sanguines ou encéphaliques et, en même temps, c'est la capacité qu'ont les nanoparticules à passer ces barrières que les chercheurs souhaiteraient utiliser pour acheminer les médicaments sur la zone ciblée<sup>25</sup>.

Troisièmement, la taille nanométrique, invisible à l'œil nu sans l'utilisation d'appareils de mesure extrêmement sophistiqués et inaccessibles au grand public, induit deux attitudes paradoxales que sont la peur et la fascination vis-à-vis des nanotechnologies. L'invisible semble nourrir l'imaginaire. Ainsi la représentation des nanorobots par des vues d'artistes, qui s'apparente à la science fiction avec des engins spatiaux dignes de la conquête de l'espace, n'est pas sans poser problème pour le grand public dans sa perception des avancées de la science et dans sa relation avec le progrès technique. Des discours contradictoires et relevant de logique différente sont élaborés à ce sujet. Certains discours sont étayés et argumentés, d'autres sont le fruit de l'imagination plus ou moins féconde d'auteurs de science fiction, de groupes pseudo-philosophiques tels les transhumanistes ou les posthumanistes (singularitariens). Ces discours brouillent une compréhension juste et objective des nanotechnologies, si tant est que l'on puisse élaborer une compréhension objective d'une nouvelle technologie sans avoir encore beaucoup de recul sur ses impacts et ses conséquences sur notre existence.

---

<sup>24</sup> Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, op. cit., p. 10-11.

<sup>25</sup> Paradoxe pointé par Didier ROD in Compte rendu intégral de la réunion publique de Toulouse du 20 octobre 2009, séquence 1 *Nanotechnologies et médecine (recherche, développement, applications actuelles et à venir)* sur le site internet de la commission particulière du débat public Nanotechnologies (CNDP) [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org), p. 6-8.

## Chapitre II : Champ d'application possible des nanotechnologies en médecine<sup>26</sup>.

L'étendue des applications des nanotechnologies concerne un large éventail allant de l'électronique à l'informatique en passant par la médecine, les économies d'énergie ou la protection de l'environnement. Certaines applications nous sont déjà familières sans que nous en ayons vraiment conscience. La lecture des disques durs d'ordinateurs est un phénomène nanométrique, la mise au point de nouveaux verres composés parfois de vingt couches d'épaisseurs nanométriques confèrent à certains vitrages des propriétés inédites concernant la réflexion des rayons infrarouges, ce qui a pour conséquence de réduire la chaleur à la surface du verre ou de rendre le verre plus transparent en réduisant ou en éliminant les reflets indésirables.

La bionanotechnologie est un des domaines d'application des nanotechnologies. Elle se définit par les champs d'investigation suivants : l'étude des propriétés et des applications à l'échelle moléculaire des nanostructures biologiques, la production de matériaux et d'instruments tels que des montages tissulaires et cellulaires, des moteurs moléculaires, des vecteurs pour le transport interne de médicaments. En particulier l'utilisation de nanotubes de carbone fait l'objet de nombreuses études car ces nanotubes pourraient être utilisés non seulement comme vecteurs de livraison de médicaments, mais aussi comme outils de traitement des cancers. En effet, les nanotubes de carbone peuvent être recouverts de molécules. Ce procédé leur permet d'évoluer et d'interagir dans un milieu donné. De plus, si on « attache » de l'ADN, de l'ARN sur les parois des nanotubes, on se donne la possibilité de transformer les nanotubes en transporteurs, autrement dit en vecteurs pour d'autres biomolécules et pour des médicaments. Selon le type de molécules recouvrant les nanotubes de carbone, ces derniers auront des propriétés optiques différentes et vont pouvoir agir comme agents de diagnostic pour une molécule ou pour un pathogène. La réactivité de surface

---

<sup>26</sup> Pour la rédaction de ce chapitre, trois ouvrages de référence ont été principalement utilisés : l'ouvrage de vulgarisation de Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, op. cit., p. 28, p. 50-59 ; l'ouvrage scientifique spécialisé sous la direction de Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*, Paris, Belin, 2007, Partie I : Les nano-objets biologiques p. 22-257 et partie III : Les applications des nanobiotechnologies p. 826-1125 ; le chapitre rédigé par Jixing LIU, « Les dernières avancées en nanotechnologies » in *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, op. cit., p. 55-84.

des nanoparticules est donc la propriété essentielle dont l'exploitation suscite de nombreux espoirs pour la recherche.

La présente réflexion se limitera à la bionanotechnologie et aux applications envisageables dans le domaine de la médecine dont voici quelques exemples significatifs.

## 1. Nanocapteurs biologiques

Il s'agit de greffer des molécules spécifiques, généralement des peptides ou des enzymes, sur des nanotubes de carbone. Ces derniers ont la capacité de reconnaître d'autres molécules du corps humain comme par exemple l'ADN (Acide Désoxyribonucléique) ou le glucose et de se lier à elles. Le fait de s'accrocher à d'autres molécules a pour conséquence de modifier la résistance électrique des nanotubes. La mesure de la variation de la résistance électrique permet de déterminer la concentration de molécules *in vivo* ou *in vitro*. Ainsi il est possible d'étudier des fonctions biologiques ou d'aider au diagnostic médical.

### 1.1 Nanocristaux

Il est possible de fabriquer des nanocristaux qui sont utilisés comme sondes fluorescentes. Ces nanocristaux, comme ce qui vient d'être dit précédemment, peuvent être enrobés de molécules spécifiques qui vont leur permettre de se lier à d'autres molécules ou à des composants biologiques. Les sondes fluorescentes agissent comme des marqueurs qui vont identifier tels ou tels composants, qui vont pouvoir suivre le déroulement de réactions chimiques ou de processus biologiques. Elles seront un outil précieux pour des diagnostics médicaux en donnant la possibilité aux médecins de localiser des tumeurs.

### 1.2 Puces à ADN (Acide Désoxyribonucléique)

« Les puces à ADN sont des supports solides sur lesquels sont déposés de manière ordonnée des milliers de molécules d'ADN correspondant aux gènes que l'on souhaite analyser »<sup>27</sup>. « Une puce à ADN est constituée d'un damier de dizaines de milliers de

---

<sup>27</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobio-technologies et nanobiologie*, op. cit., p. 894.

sondes où sont déposées des séquences (fragments) d'ADN test, différentes et spécifiques d'un gène ou d'une mutation génétique. Lorsque la puce est mise en présence d'un échantillon d'ADN muni d'un marqueur fluorescent, les séquences d'ADN test vont reconnaître, si elles existent, les séquences complémentaires de l'échantillon. Elles s'y associent et fixent l'ADN échantillon de sorte que les sondes où une reconnaissance a eu lieu deviennent fluorescentes. L'observation de ces points fluorescents permet de déterminer la présence de centaines ou milliers de gènes ou de mutations au sein de l'ADN échantillon »<sup>28</sup>.

Les puces à ADN permettent déjà d'effectuer des tests génétiques très pointus. Ces puces permettent de dépister des prédispositions génétiques et sont donc liées à terme avec le développement de la thérapie génique. Des *signatures moléculaires* peuvent être établies, en particulier celles caractérisant certains types de leucémies et de cancers du sein. Elles peuvent également dépister à terme d'autres pathologies et suivre l'efficacité d'un traitement. Des puces analogues sont en cours de développement pour analyser les protéines, les enzymes, les cellules.

### 1.3 Puces à protéines

Les puces à protéines peuvent apporter des informations complémentaires à celles des puces à ADN (Acide Désoxyribonucléique). Leurs applications possibles sont multiples et elles peuvent être utilisées pour analyser des profils d'expression protéique, détecter des protéines dans des milieux biologiques complexes, étudier les interactions entre protéines.

Les puces à protéines recouvrent deux familles de puces qui sont les puces analytiques et les puces fonctionnelles :

- Les puces analytiques analysent des profils d'expression protéique à l'échelle d'un génome, d'une cellule, d'un tissu. On distingue les puces à anticorps qui permettent de quantifier les protéines dans des milieux complexes, les puces à antigènes qui détectent les anticorps sériques dans des maladies infectieuses, auto-immunes ou des réactions allergiques, les puces à allergènes qui servent à caractériser le profil d'anticorps des patients vis-à-vis d'un grand nombre d'allergènes en une seule analyse.

---

<sup>28</sup> Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, op. cit., p. 55.

- Les puces fonctionnelles permettent d'analyser les interactions moléculaires impliquant des protéines, en particulier les interactions entre protéines, entre protéines et ADN (Acide Désoxyribonucléique), entre protéines et les petites molécules pour la recherche de nouvelles cibles thérapeutiques et de nouveaux médicaments.

Deux axes principaux se développent ainsi en pharmacologie. Le premier axe est la pharmacogénomique qui « consiste à identifier les gènes impliqués dans l'efficacité d'une molécule thérapeutique et ses effets secondaires ou/et indésirables (toxicogénomique) ». Le deuxième axe est la pharmacogénétique qui « cherche à caractériser l'influence de la variabilité génétique sur la réponse des patients aux traitements thérapeutiques »<sup>29</sup>. L'espoir est d'aboutir à une médecine personnalisée et à une thérapeutique ciblée notamment en ce qui concerne le traitement des cancers.

#### 1.4 Biopuces à cellules

« Une puce à cellules est un microsystème, appareillé de fonctions électroniques et microfluidiques, destiné à la micromanipulation ou à l'analyse de cellules vivantes ». Les puces à cellules permettent « l'analyse simultanée ou séquentielle de cellules uniques, de groupe de cellules ou de tissus cellulaires reconstitués sur puce »<sup>30</sup>. Il faut noter la caractéristique importante suivante, à savoir l'association de « matériau vivant » et d'un domaine précis de la technologie. En effet, les biopuces à cellules sont issues des technologies propres à la microélectronique. Elles permettent de recueillir les réponses électriques des cellules étudiées.

#### 1.5 Laboratoires sur puce

Les laboratoires sur puce, également appelés du terme anglais *Lab on a chip*, sont des systèmes qui concentrent sur une seule puce de multiples fonctions de laboratoire. Ils ont actuellement une taille micrométrique mais ils pourraient atteindre une taille nanométrique, proposer des résolutions plus élevées et utiliser des volumes plus réduits d'échantillons.

---

<sup>29</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*, op. cit., p. 940.

<sup>30</sup> *Ibid.*, p. 947.



« Les laboratoires sur puce se définissent ainsi comme des microsystèmes implantant une ou plusieurs étapes d'un protocole d'analyse biologique ou chimique »<sup>31</sup>. Le principal intérêt réside dans le domaine du diagnostic *in vitro* qui actuellement est prescrit par un médecin et effectué par un laboratoire. Le laboratoire sur puce permettrait un raccourcissement significatif des délais, l'obtention des éléments du diagnostic rapide et *in situ*, la diminution d'erreurs médicales, la possibilité pour le médecin de prendre des décisions très rapides en particulier en médecine d'urgence ou en salle d'opération.

Pour oser une comparaison éclairante mais simplificatrice, le procédé ressemble en plus complexe à ce que le grand public connaît actuellement avec les tests de grossesse ou d'ovulation dont le résultat ne nécessite que quelques minutes.

## 2. Délivrance de médicaments ciblée ou vectorisation des médicaments

Un des grands espoirs de la nanomédecine est de développer des vecteurs capables de délivrer des médicaments à des endroits précis et ainsi d'améliorer le mode d'administration ciblée. En effet, actuellement les médicaments ingérés ou administrés sous forme d'injection circulent dans le corps et leur principe actif peut en être amoindri sans compter qu'ils induisent aussi des effets secondaires pénibles voire néfastes. C'est le cas de la chimiothérapie par exemple pour lutter contre les cancers. La délivrance ciblée de médicaments consisterait à envelopper et protéger les molécules des principes actifs des médicaments dans des capsules ou à l'aide d'enrobage pendant leur parcours dans l'organisme et à les libérer à proximité de la cible qui serait un organe, une tumeur, un microbe, un virus. Une libération progressive du principe actif est également envisagée pour rendre encore plus efficace l'effet du médicament.

Plusieurs types de vecteurs sont à l'étude et la condition *sine qua non* est qu'ils doivent être biocompatibles afin de ne pas être rejetés ou détruits par le système immunitaire de l'organisme. Les chercheurs envisagent plusieurs solutions, notamment des vecteurs sous forme de capsules ou vésicules creuses : les liposomes<sup>32</sup>. La membrane de ces

---

<sup>31</sup> *Ibid.*, p. 982.

<sup>32</sup> Liposomes : « systèmes colloïdaux vésiculaires, biocompatibles et biodégradables, composés d'une ou

liposomes est composée de lipides et donc tolérée par l'organisme. A cette capsule serait associée une molécule par greffage qui reconnaîtrait les protéines de la cellule ciblée. L'ouverture de la membrane des liposomes permettrait la délivrance du médicament localement de façon efficace.

Une autre solution est également à l'étude, les chercheurs ont découvert que les lipides étaient capables de se fixer à des nanotubes de carbone. En s'y rassemblant les lipides forment des anneaux autour des nanotubes. Le but serait de faire glisser ces anneaux formés de lipides ou nanobagues le long des nanotubes dans lesquelles des molécules actives pourraient être insérées et protégées.

Les chercheurs étudient également le traitement de certains cancers par des nanoparticules métalliques. Des anticorps seraient fixés à ces nanoparticules métalliques qui permettraient de reconnaître les cellules tumorales et de se lier à ces cellules tumorales. Ces particules métalliques d'une très petite taille (inférieures à 5 nm) pourraient être absorbées par les cellules. L'échauffement des nanoparticules par un champ magnétique spécifique leur ferait atteindre une température de 40° C et entraînerait la destruction des seules cellules tumorales, épargnant les cellules saines autour de la tumeur. Cette thérapie est appelée l'hyperthermie médicale. Des applications utilisant des nanoparticules magnétiques à base de fer, de particules d'or sous forme de nanoballes ont déjà été expérimentées<sup>33</sup>.

### 3. Prothèses et implants biocompatibles

Le grand défi dans l'avenir sera de mettre au point des matériaux bien tolérés par le corps humain, c'est ce qu'on appelle la biocompatibilité. Il s'agit essentiellement de matériaux qui constitueront les implants et les prothèses. Les chercheurs tentent

---

plusieurs bicouches de phospholipides. Ils sont utilisés comme vecteurs permettant d'améliorer l'efficacité et la sécurité des principes actifs médicamenteux ». Dominique MASSET, « Nanotechnologies et santé publique, Les applications thérapeutiques et médicales », *Revue du Haut Conseil de la Santé Publique ADSP, actualité et dossier en santé publique*, Paris, La documentation Française N° 64 septembre 2008, p. 24-26.

<sup>33</sup> Dominique MASSET, « Nanotechnologies et santé publique, Les applications thérapeutiques et médicales », art. cit., p. 26. Le Pr. Maier-Hauff (Allemagne) a utilisé des nanoparticules magnétiques à base de fer pour soigner une tumeur cérébrale (glioblastome) en les injectant dans le cerveau du patient sous anesthésie générale et en les chauffant grâce à un champ magnétique extérieur. L'équipe du Pr. West (USA, Rice University) a utilisé des nanoballes constituées de particules de silice recouvertes d'une couche d'or et chauffées grâce à des rayons infrarouges pour détruire certains cancers.

d'augmenter la durée de vie des prothèses osseuses concernant la hanche ou le genou en développant des nanocomposites qui auront une résistance mécanique accrue et, de ce fait, une usure ralentie dans le temps. Cette nouvelle composition de la prothèse permettra de la changer moins souvent et d'éviter ainsi des interventions chirurgicales lourdes. Une autre piste est explorée également afin de réduire les frottements et augmenter la biocompatibilité des prothèses. Il s'agit d'enduire les prothèses de couches de polymères de quelques nanomètres d'épaisseur.

Dans le domaine des implants et en particulier en chirurgie cardiovasculaire, les chercheurs étudient la nanostructuration des surfaces des implants appelés *stents* (des implants en alliage métallique placés dans les artères du patient qui facilitent la circulation sanguine en s'y déployant) car ces implants ont parfois tendance à se boucher à cause de l'accumulation de caillots sanguins. Ils tentent de mettre au point une nouvelle surface afin d'éviter l'obstruction en empêchant le dépôt des caillots de sang. Ils s'orientent donc vers un revêtement nanoporeux qui faciliterait la circulation du sang à travers l'implant.

Un autre axe de recherche est dédié à la mise au point de membranes dont la caractéristique principale serait d'avoir des propriétés de filtration à l'échelle nanométrique, c'est-à-dire qu'elles comporteraient des nanopores qui permettraient à des cellules greffées d'assurer leurs fonctions. Ces membranes entoureraient les cellules greffées tout en laissant passer les substances essentielles pour le bon fonctionnement de l'organe, mais bloqueraient les anticorps, trop volumineux, pour passer à travers ces nanopores. Le but serait d'éviter le rejet de la greffe par le système immunitaire du patient.

La mise au point de films appelés *multicouches de polyélectrolytes* est également envisagée. « Le dépôt alterné de polyanions (polymères<sup>34</sup> chargés négativement) et de polycations (polymères chargés positivement) conduit à la formation de films appelés multicouches de polyélectrolytes »<sup>35</sup>. Sans entrer dans des détails hautement techniques, disons simplement qu'une des applications envisagées est d'utiliser ces films pour la réalisation de surface aux propriétés anti-bactériennes et anti-inflammatoires. Ainsi des

---

<sup>34</sup> Polymère : « se dit d'un corps formé par polymérisation ». Polymérisation : « réaction qui enchaîne des molécules de faible masse moléculaire (monomères) pour en faire des composés de masse moléculaire élevée (macromolécules) ». Dictionnaire Larousse, édition 2002, PARIS, Larousse, 2001, p. 801.

<sup>35</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobio-technologies et nanobiologie, op. cit.*, p. 1001.

biomatériaux seraient encore mieux tolérés par le corps humain et leur surface spécifique éviterait certaines complications et infections liées à l'implantation de corps étranger dans l'organisme. La biointégration des matériaux reste en effet un défi majeur dans le domaine médical.

### 3.1 Biointégration des matériaux et biocompatibilité

La médecine actuelle est confrontée à l'augmentation significative de l'espérance de vie des personnes en particulier dans les pays occidentaux et à un besoin croissant d'organes de remplacement. Des progrès significatifs ont été accomplis dans les domaines des greffes, mais le patient n'est pas à l'abri d'un rejet de la greffe et est soumis de ce fait à des traitements antirejet très lourds et contraignants (traitement immuno-suppresseur). Les médecins doivent également faire face à une trop faible quantité de dons d'organes par rapport à la demande. Les délais d'attente en vue d'une greffe s'allongent et ne permettent pas de sauver à temps certains patients.

Quelques chercheurs se concentrent sur le développement de la xénogreffe<sup>36</sup>, c'est-à-dire la greffe d'organes ou de tissus d'origine animale sur l'homme. Cette perspective soulève de nombreuses réticences, en particulier d'ordre psychologique : l'homme imagine mal porter en lui l'organe d'un singe ou d'un porc comme si une angoisse diffuse se propageait à l'idée de gommer cette frontière entre l'être humain et l'animal. Paradoxalement, l'idée d'implanter un matériau totalement artificiel, mais fabriqué par l'homme lui-même paraît d'un point de vue psychologique davantage tolérable et envisageable, comme si l'homme avait ainsi, d'une part, toujours cette impression de maîtrise sur la matière et ses applications et, d'autre part, maintenait cette frontière entre lui et l'animal et une certaine notion de supériorité dans la chaîne du vivant.

### 3.2 Ingénierie tissulaire et cellulaire

L'ingénierie tissulaire pourrait être une alternative à la prothèse en tentant de régénérer le tissu ou l'organe lui-même. Il s'agit de cultiver des cellules du tissu ou de l'organe à soigner à l'aide d'une stimulation chimique de la croissance des cellules. Les cellules vont se développer sur un support tridimensionnel. C'est à ce stade précis que les nanotechnologies interviennent en permettant de construire ces supports

---

<sup>36</sup> Xénogreffe : « greffe à partir d'un donneur d'une espèce étrangère à celle du receveur ; greffe d'un tissu animal sur l'homme ». Dictionnaire Larousse, édition 2002, PARIS, Larousse, 2001, p. 1082.

tridimensionnels qui devront être biocompatibles et qui pourront s'autodétruire lorsque le tissu sera régénéré.

Dans cette perspective, les chercheurs fondent beaucoup d'espoir dans le développement de *l'ingénierie tissulaire et cellulaire* dans laquelle les biomatériaux ont un rôle primordial. « Les biomatériaux sont des matériaux non vivants, utilisés dans un appareil médical et conçus pour interagir avec des systèmes biologiques, qu'ils participent à la constitution d'un dispositif à visée diagnostique ou à celle d'un substitut de tissu ou d'organe, ou encore à celle d'un dispositif de suppléance (ou d'assistance) fonctionnelle »<sup>37</sup>. Le problème majeur des biomatériaux est leur compatibilité avec le corps humain et cette discipline scientifique récente qu'est l'ingénierie tissulaire a pour but de développer la biocompatibilité des biomatériaux. Il est ainsi envisagé « d'associer dans un même système une composante artificielle d'origine synthétique ou naturelle (élaborée à partir d'un ou plusieurs biomatériaux rationnellement fonctionnalisés) et une composante cellulaire ou tissulaire d'origine autologue (un ou plusieurs types de cellules), aptes à participer à la néoformation des tissus à remplacer, ou à réparer ou à assurer la fonction d'organe à substituer »<sup>38</sup>. Actuellement, les supports sont constitués de polymères d'origine biologique comme le collagène<sup>39</sup>.

Une application de l'utilisation des biomatériaux, en particulier le développement de la culture de cellules réparatrices sur des supports artificiels, est possible dans le traitement de l'enveloppe cutanée (maladies de la peau ou réparation de la peau blessée ou brûlée), dans le traitement des cartilages et des os, dans la chirurgie cardiovasculaire, en particulier les valves cardiaques et les vaisseaux sanguins. La thérapie cellulaire est directement concernée par cette nouvelle technique thérapeutique avec la perspective de mettre au point un système d'apport de cellules spécifiques à des endroits prédéterminés et ainsi d'élaborer des procédés de réparation et de régénération des tissus. On reste donc dans une logique de thérapie personnalisée et ciblée sur une partie du corps et dans une logique de minimisation des effets secondaires indésirables de traitements médicamenteux.

---

<sup>37</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobio-technologies et nanobiologie*, op. cit., p. 1027.

<sup>38</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobio-technologies et nanobiologie*, op. cit., p. 1028.

<sup>39</sup> Collagène : « est le principal constituant des tissus conjonctifs, c'est-à-dire de ces tissus, plus ou moins abondants selon leur localisation dans l'organisme, qui séparent les cellules épithéliales les unes des autres », Encyclopedia Universalis France, Paris, 1980, volume 4, p. 683.

L'idée de l'élaboration d'organes ou de tissus destinés à terme à être implantés dans le corps du patient et combinant un support matriciel artificiel et des cellules issues du patient lui-même (cellules autologues) fait son chemin. Cette ébauche d'organes ou de tissus se ferait *in vitro*. Avec le recours de cellules autologues, le risque de rejet serait minimisé voire annulé. La mise au point d'ébauche d'organes ou de tissus bioartificiels, qui serviraient de modèles d'études en cosmétologie et en pharmacologie, est également envisagée. Elaborés également *in vitro*, ces substituts d'organes ou de tissus pourraient éviter les tests sur les animaux et les êtres humains et être produits sans limitation en fonction des besoins des laboratoires de recherche et des firmes pharmaceutiques. L'intégration de biomatériaux dans le corps humain va nécessiter de développer des moyens de contrôle et de visualisation. A ce jour, les techniques d'imagerie médicales ne permettent pas d'évaluer, de visualiser et d'assurer le suivi de l'intégration des biomatériaux. On utilise la radiographie et le scanner X, mais ces techniques ne permettent pas une évaluation précise de par leur résolution et leur qualité d'image. Il est donc envisagé de développer des techniques d'imagerie non invasives à haute résolution telles que la microtomographie à rayon X<sup>40</sup> et la microscopie à résonance magnétique<sup>41</sup> & <sup>42</sup>.

#### 4. Diagnostic *in vivo*

Dans l'élaboration du diagnostic *in vivo*, des capsules de la taille d'une gélule contenant une minuscule caméra sont déjà utilisées en endoscopie et permettent de parcourir l'appareil digestif, de balayer l'état de la surface des tissus par la prise de deux images

<sup>40</sup> Microtomographie à rayon X : « consiste à scanner un échantillon au rayon X et obtenir une radiographie de celui-ci. La radiographie formée est la projection des coefficients d'absorption de chaque structure présente dans l'échantillon analysé. Grâce à un nombre important de radiographies, prises à différentes orientations, le volume représentatif 3D de l'échantillon peut être reconstruit. (...) La résolution de l'image obtenue et le volume total analysé dépendent de la distance entre la source de rayon X et l'échantillon » in Comptes rendus des JNC – Toulouse 1-3 JUN 2009, *Propriétés mécaniques de plaques de composite cimentaire renforcé par des fibres de verre*, sur le site Internet <http://hal.archives-ouvertes.fr/doc/00/38/93/20/PDF/articleJNC>: (site consulté le 14/01/2010).

<sup>41</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*, op. cit., p. 1046.

<sup>42</sup> Microscopie à résonance magnétique : il devient possible de visualiser des complexes moléculaires en trois dimensions grâce à la microscopie à force de résonance magnétique (MRFM) développée depuis les années 1990. Une équipe d'IBM à San José en Californie propose une machine d'imagerie par résonance magnétique capable de produire des images en trois dimensions de virus, et à terme de protéines, soit une résolution 100 millions de fois supérieure à celle atteinte par l'IRM usuelle. In Actualités. Nanotechnologies. Imagerie 24/01/2009 *La nano-IRM, une nouvelle imagerie moléculaire ?* Revue Pour la Science, mars 2009, sur le site Internet [www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr) (site consulté le 15/01/2010).

couleur par seconde transmises par radio. Cette technique permet de diminuer l'aspect traumatique des endoscopies classiques en avalant la gélule comme s'il s'agissait d'un simple médicament. La gélule parcourt le trajet dans le tube digestif pendant huit heures. L'utilisation de nanocristaux aux propriétés fluorescentes (sélénium de cadmium par exemple) permettrait un marquage moléculaire et un suivi des réactions chimiques et des processus biologiques au sein des cellules. « Préparés sous forme de nanocristaux, ils font l'objet d'effets quantiques faisant qu'ils émettent, lorsqu'ils sont excités par un rayonnement ultraviolet, une lumière dont la couleur change en fonction de leurs dimensions »<sup>43</sup>.

##### 5. Thérapie génique : vecteurs chimiques ou vecteurs viraux pour le transfert de gènes *in vivo*

La thérapie génique a connu ces dernières années des avancées considérables et se situe désormais au centre de la biologie moderne. Elle consiste à introduire du matériel génétique dans le but de réduire ou d'éradiquer une maladie. La difficulté majeure actuellement est de transporter le gène dans les cellules concernées. Le transfert d'ADN (Acide Désoxyribonucléique) dans le noyau d'une cellule peut être de deux sortes : un transfert somatique qui s'effectue sur des organes déjà constitués, un transfert germinale qui a lieu sur des gamètes ou sur l'embryon (l'œuf fécondé) et qui a pour conséquence que la modification génétique sera transmise aux générations suivantes.

L'efficacité et le succès du transfert du gène sont conditionnés par la qualité du vecteur utilisé qui peut être viral ou chimique. La seconde catégorie de vecteurs, c'est-à-dire les vecteurs chimiques, sont constitués en grande partie de nanoparticules. Le but de ces vecteurs est de mimer ou de s'apparenter au mécanisme d'action des virus pour pouvoir introduire le matériel génétique adéquat tout en veillant à maintenir une bonne tolérance vis-à-vis du système immunitaire<sup>44</sup>.

La mise au point de vecteur spécifique fait intervenir la nanotechnologie. Cette dernière va donc avoir des liens étroits avec la génomique fonctionnelle (en particulier dans la

---

<sup>43</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*, op. cit., p. 1127.

<sup>44</sup> Dominique MASSET, « Nanotechnologies et santé publique, Les applications thérapeutiques et médicales », art. cit., p. 25-26.



compréhension de la fonction des gènes *in vivo*) et avec la thérapie génique (dans la compréhension des maladies génétiques et dans leur guérison éventuelle).

## 6. Les axes majeurs d'application des nanotechnologies en médecine

Afin de synthétiser la partie descriptive ci-dessus des nanotechnologies en médecine, trois axes majeurs de recherche peuvent être dégagés et ces trois axes sont l'objet actuellement de recherches approfondies par les chercheurs. Ils concernent principalement les domaines de la thérapie, des prothèses et du diagnostic.

### 6.1 La thérapie

En thérapie<sup>45</sup> de nombreux espoirs sont fondés en oncologie car les nanotechnologies sont susceptibles de permettre la mise au point d'au moins trois méthodes différentes d'éradication de tumeurs cancéreuses : premièrement, le chauffage ou hyperthermie médicale qui consiste à chauffer une nanoparticule métallique ou magnétique de l'extérieur avec un champ magnétique voire un laser et ainsi de détruire la tumeur dans laquelle a été introduite la nanoparticule ; deuxièmement, l'utilisation et l'insertion d'un produit toxique pour la tumeur qui pourrait être activé de l'extérieur ; troisièmement, l'utilisation d'un gène induisant la mort cellulaire de la cellule maligne ou l'utilisation d'ADN pirate qui perturberait le fonctionnement même de la cellule maligne<sup>46</sup>. De nombreuses recherches sont effectuées sur la mise au point de médicaments « intelligents » capables d'assurer la délivrance dosée, ciblée et personnalisée de produits dans le corps humain par l'utilisation de nanostructures sous forme de capsules. Le traitement des cancers pourrait en être bouleversé puisqu'on va pouvoir réduire les effets toxiques des médicaments actuels en guidant la molécule médicamenteuse dans la cellule ciblée et qu'on va même pouvoir administrer davantage de molécules dans la cellule ciblée. En 2007, il existait une vingtaine de médicaments commerciaux faisant appel à un procédé d'encapsulation ou de guidage<sup>47</sup>. Le nombre de médicaments mis sur

---

<sup>45</sup> Marcel LAHMANI, Patrick BOISSEAU et Philippe HOUDY, dir., *Les nanosciences 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*, op. cit., p. 1130. Liste des applications déjà possibles des nanotechnologies en médecine.

<sup>46</sup> Louis LAURENT, *Nanotechnologies. Les nanos vont-elles changer notre vie ? 82 questions à Louis Laurent Physicien*, Paris, Spécifiques Editions, 2007, p. 55.

<sup>47</sup> *Ibid.*, p. 54.



le marché s'accroît chaque année : Patrick Couvreur en cite cinq dans son article paru en 2007<sup>48</sup> et le LEEM (Les Entreprises du Médicament) présente plusieurs tableaux de médicaments<sup>49</sup> en attirant l'attention dans son propos sur le fait que la majorité des nanoproducts médicaux sont majoritairement des outils de *drug delivery* (délivrance de molécules thérapeutiques) soit 58 % du total des nanoproducts commercialisés dans le domaine de la santé. Il est à noter également que l'utilisation de nanoparticules est largement présente dans l'industrie de la cosmétique pour l'élaboration de crèmes protectrices, de crèmes solaires, de crèmes anti-âge et de régénération des cellules. Les industries de la cosmétique sont impliquées de façon significative avec les laboratoires pharmaceutiques pour l'élaboration de vecteurs diffusant des molécules et leurs principes actifs de façon ciblée dans la peau. La vectorisation intéresse aussi l'industrie agro-alimentaire pour l'élaboration d'aliments.

Pour conclure, il faut également évoquer la mise au point de nanorobots spécifiques. Ces derniers navigueraient dans le corps humain et seraient alors capables d'effectuer des prélèvements ou de délivrer des médicaments sous forme de molécules. Ils pourraient détecter et localiser des anomalies très tôt et anticiper le développement de certaines maladies : à titre d'exemple, citons l'accumulation de plaques dans les artères ou l'accumulation de dépôts de protéines associés à la maladie d'Alzheimer. Mais pour l'instant, si des équipes savent construire ces nanorobots, elles ne savent pas comment les faire se déplacer de façon autonome, si ce n'est en utilisant le mouvement brownien, c'est-à-dire le mouvement induit par les collisions aléatoires avec les molécules du milieu environnant<sup>50</sup>.

## 6.2 Les prothèses, les implants

Dans le domaine des prothèses, la mise au point de matériaux qui confèrent aux prothèses une tolérance plus grande du corps humain, une adaptation plus facile et une durabilité mécanique plus longue dans le temps ferait évoluer de façon conséquente la chirurgie. De plus, l'association de l'ingénierie tissulaire et du développement de

---

<sup>48</sup> Patrick COUVREUR, « Nanomédicaments : des médicaments comme les autres ? », *Les Cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), Pour les sciences de la vie et de la santé*, N° 51, avril-juin 2007, p. 29-31.

<sup>49</sup> Etude du LEEM (Les Entreprises du Médicament) *Applications des nanotechnologies à la médecine. Etude sur la compétitivité et l'attractivité de la France. Horizon 2025*, mars 2009, p. 44, 54, 56, 58, sur le site internet [www.leem.org](http://www.leem.org) consulté le 07/01/2010.

<sup>50</sup> Article : *La propulsion des nanorobots*, in Revue Pour la science N° 381, juillet 2009 sur le site Internet [www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr) consulté le 15/01/2010.

nouveaux matériaux composés de surfaces spécifiques et biocompatibles faisant appel à la nanotechnologie permettrait la régénération des os, des tissus, des nerfs.

De nombreuses recherches ont pour objet la mise au point d'implants capables de pallier les défaillances du corps humain suite à la perte d'une fonction sensorielle, d'une fonction motrice ou d'une fonction physiologique. Certes, le stimulateur cardiaque est utilisé depuis les années 1950, les implants cochléaires depuis les années 1960 et, plus récemment, les implants cérébraux pour stabiliser certaines formes de la maladie de Parkinson et restaurer certaines fonctions musculaires des patients atteints de cette maladie depuis les années 1990. L'apport des nanotechnologies dans ce domaine consisterait à mettre au point des matériaux mieux tolérés, à augmenter la capacité de traitement des données et de détection en vue de l'élaboration de rétines et de cochlées artificielles grâce au développement de systèmes nanoélectroniques. Un pas supplémentaire pourrait être franchi avec des recherches sur l'introduction de la nanoélectronique dans le corps pour explorer les processus neuronaux et mesurer les signaux électriques entre les neurones<sup>51</sup>.

### 6.3 L'élaboration de diagnostic

Dans l'élaboration du diagnostic *in vivo*, nous sommes donc en présence de l'association de composants issus de la nanotechnologie et de techniques d'imagerie médicale sophistiquées.

Dans le domaine du diagnostic *in vitro*, les différents types de puces (puces à ADN, puces à protéines, puces à cellules) permettent d'analyser des milliers d'échantillons simultanément en alliant la microélectronique, la chimie (réactions des acides nucléiques, des peptides), l'imagerie et son analyse, l'informatique.

L'élaboration de diagnostic de plus en plus précis et sophistiqué passe par les progrès constants des techniques d'imagerie médicale. L'utilisation des nanoparticules comme marqueurs permet non seulement d'obtenir des images plus précises de l'intérieur du corps, mais aussi de suivre le trajet de molécules comme les protéines à l'intérieur des cellules. Ainsi l'imagerie intracellulaire est désormais possible grâce à un marquage biologique fluorescent qui consiste à attacher des points quantiques<sup>52</sup> sur des protéines

---

<sup>51</sup> Jixing LIU, « Les dernières avancées en nanotechnologies » in *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique, op. cit.*, p. 74-75.

<sup>52</sup> Points quantiques : « Lorsque l'on peut produire des particules semi-conductrices de taille

par exemple, ce qui permet de voir les processus biochimiques en œuvre dans les cellules.

La caractéristique des nanotechnologies en médecine est donc la convergence de plusieurs domaines de la science et de leurs champs d'application. Cette notion de convergence n'est pas sans poser des problèmes d'ordre éthique, mais aussi, d'une façon générale, d'ordre anthropologique et sociologique.

## 7. Pistes complémentaires de réflexion

A l'issue de cette présentation, non exhaustive, de certaines applications médicales effectives ou à l'état de recherche en laboratoire des nanotechnologies, de nouvelles pistes de réflexion peuvent être dégagées et viennent compléter les trois premières pistes de réflexion déjà retenues.

La première piste retenue a trait à une éventuelle modification de notre représentation du monde (*Weltanschauung*) et doit être articulée non seulement à une réflexion sur la relation complexe entre l'homme et le « naturel », entre l'homme et « l'animalité » et entre l'homme et « l'artificiel », relation à laquelle nous confrontent à nouveaux frais les nanotechnologies, mais aussi à une réflexion sur la notion de convergence qui implique l'utilisation de plusieurs domaines technologiques pour mettre au point certaines machines. L'utilisation de l'électronique et des technologies de l'information et de la communication (TIC) couplée aux avancées scientifiques sur la compréhension des protéines est un des domaines d'application de cette convergence. L'ingénierie tissulaire, qui se situe au carrefour entre les sciences du vivant et les sciences de l'ingénieur, constitue un autre exemple de convergence.

Deuxièmement, le risque de toxicité des nanoparticules a été évoqué et constitue actuellement un des principaux points de discussion des débats éthiques sur les nanotechnologies. Les chercheurs tentent d'exploiter cette capacité à franchir les

---

suffisamment réduites, les effets quantiques interviennent de façon à limiter les énergies auxquelles les électrons et les vides (ou absence d'électrons) existent dans ces particules. L'énergie étant en relation avec la longueur d'onde (ou la couleur), cela signifie que les propriétés optiques de la particule peuvent être finement produites, en fonction de sa taille. Ainsi, l'on peut produire des particules pour émettre ou absorber des longueurs d'onde précises de la lumière (couleurs) en contrôlant simplement leur taille » *Ibid.*, p. 60.

barrières physiologiques des nanoparticules pour élaborer de nouvelles thérapies et de nouveaux modes d'administration des médicaments par vectorisation. La thérapie génique est un des champs d'application de ce nouveau mode de vectorisation et implique une réflexion sur le dépistage d'anomalies génétiques, sur leur traitement, sur la problématique connexe des cellules souches au regard de la révision de la loi de bioéthique française en cours (2011).

La troisième piste de réflexion fait allusion aux deux attitudes paradoxales de peur et de fascination face aux nanotechnologies. La frontière de plus en plus floue entre naturel et artificiel, la traçabilité grâce aux RFID (Radio Frequency Identification Device ou « étiquette radio » en français) fruit de la convergence entre l'informatique et la nanotechnologie, l'espoir d'amélioration du corps humain par des implants ou des prothèses sont autant de sources tout à la fois d'espoir et d'inquiétude qui alimentent la réflexion éthique.

Chemin faisant, cette réflexion éthique ne pourra également pas faire l'impasse sur les enjeux économiques et sociologiques du développement de la nanomédecine dans le monde.

## **DEUXIEME PARTIE**

### **TEMPS ET DISCOURS : APPROCHE ETHIQUE SYSTEMIQUE**

## Chapitre I :   Elaboration d'une nano-éthique

### 1. Circonscrire l'objet éthique ?

#### 1.1 L'écueil de la définition des nanotechnologies

Dans la première partie, nous avons opté arbitrairement pour des définitions concernant les nano-objets, les nanomatériaux, la nanoscience, les nanotechnologies et les nanosystèmes qui paraissaient de notre point de vue les plus adaptées et les plus claires. Nous avons également évoqué l'écueil auquel nous nous heurtons, à savoir : une définition problématique des nanotechnologies. La définition du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE) dans son Avis N° 96 en date du 1<sup>er</sup> février 2007<sup>53</sup> nous est apparue comme trop restrictive. La solution visant à tenir ensemble dans la réflexion éthique la voie ascendante (*bottom up* ou monumentalisation), qui consiste en la manipulation de la matière atome par atome et la construction de nouveaux objets de taille supérieure, et la voie descendante (*top down* ou miniaturisation), qui consiste en la miniaturisation extrême de composants pour des applications en informatique et dans la mise au point de systèmes d'information et de communication, nous paraît plus judicieuse. Enfin, nous avons présenté quelques applications potentielles des nanotechnologies en médecine et nous pouvons constater que la voie descendante tient une place importante dans les nouveaux outils thérapeutiques et les nouveaux outils de diagnostic, en particulier dans la vectorisation des médicaments (*drug delivery* : délivrance de molécules thérapeutiques) et dans la mise au point de différents types de puces pour les diagnostics *in vivo* et *in vitro*.

Ce premier écueil de l'établissement d'une définition précise qui se focaliserait sur des objets dont la caractéristique majeure serait leurs dimensions de l'ordre du nanomètre est d'autant plus problématique que l'on ne retrouve pas une définition unique et consensuelle dans les milieux scientifiques et que la définition des nanotechnologies

---

<sup>53</sup> Avis N° 96 du 1<sup>er</sup> février 2007 du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), *Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé*, Les cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique pour les sciences de la vie et de la santé N° 51 Avril-Juin 2007, Paris, Mazarine Image, p. 9.

proposée par les chercheurs dépend souvent de leur spécialité<sup>54</sup>. Cet état de fait est dû à la nature complexe des nanotechnologies qui se trouvent à l'intersection de différents champs de recherche. Certains scientifiques ont pris récemment la mesure des conséquences préjudiciables d'une définition floue des nanotechnologies flirtant entre phantasme et peur du grand public, entre amalgame et confusion avec d'autres domaines scientifiques, entre procédés de fabrication précis et convergence de différentes technologies. Ainsi ils ont proposé une définition par exclusion.

## 1.2 Définition par exclusion

La définition par exclusion est utilisée en particulier par les scientifiques pour tenter de circonscrire le domaine des nanotechnologies. Sacha Loeve fait référence à la définition restrictive de Christian Joachim<sup>55</sup> et attire notre attention sur le fait que la définition de ce dernier « exclut beaucoup ». Suit une liste de champs d'applications technologiques qui ne relèveraient pas de la nanotechnologie : la microélectronique, la micro- et la nanofluidique (c'est-à-dire, entre autre, les biopuces dont l'utilisation génère de nombreux espoirs en médecine), les nanomatériaux en précisant qu'il s'agit de « matériaux dont les propriétés macroscopiques sont contrôlées à la nanoéchelle », les nanoparticules dont une des dimensions est inférieure à 100 nm, l'électronique plastique<sup>56</sup>, l'électronique moléculaire « hybride ».

De leur côté, Julie Dubois et François Rousseau, deux ingénieurs des Mines et titulaires d'un master de physique de la matière condensée proposent dans leur ouvrage *Fascinantes nanotechnologies*<sup>57</sup> une démarche procédant par tri sélectif, autrement dit par élimination progressive. Ils mettent tout d'abord à mal la définition par la taille selon laquelle les nanotechnologies concerneraient des objets compris entre 1 et 100

---

<sup>54</sup> Céline LAFONTAINE, *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*, Montréal (Québec), Les Editions du Boréal, 2010, p. 15-33.

<sup>55</sup> Sacha LOEVE, « Autour d'une définition des nanos », in : Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, Paris, Vuibert, coll. « Machinations », 2008, p. 3-18.

<sup>56</sup> L'électronique plastique ou organique trouve des applications dans les écrans déroulables, les écrans de téléphone portable, les écrans de télévision, et en particulier dans l'élaboration des cellules photovoltaïques, des transistors en couche mince, des diodes électroluminescentes, des capteurs. Gilles HOROWITZ, *L'électronique organique : un « brillant » avenir pour les matières plastiques*, ITODYS, Université Paris-Diderot en suivant le lien Internet :

[www.enseignement.polytechnique.fr/physique/colloques/pdf/2007/Horowitz\\_Gilles\\_X-ENS-UPS\\_2007.pdf](http://www.enseignement.polytechnique.fr/physique/colloques/pdf/2007/Horowitz_Gilles_X-ENS-UPS_2007.pdf).

<sup>57</sup> Julie DUBOIS, François ROUSSEAU, *Fascinantes nanotechnologies. Au-delà des grandes peurs, des grands doutes et des grands espoirs*, Paris, Mines ParisTech, Presses des Mines, coll. Libres Opinions, 2009.

nanomètres et la manipulation de la matière à cette échelle. Ils remarquent que cette définition est trop large et peut aussi s'appliquer à une grande partie de la physique, à la chimie, à la biologie puisque ces trois domaines de la science interviennent à l'échelle moléculaire dont les dimensions sont de l'ordre du nanomètre<sup>58</sup>. De plus, une définition uniquement axée sur la taille n'est pas suffisante pour caractériser un nano-objet car les propriétés propres à ce nano-objet et ses variations vont dépendre aussi de sa composition chimique et de sa forme<sup>59</sup>. Ce qui revient donc à tenir compte à la fois dans la définition : de la taille, de la composition chimique et de la forme du nano-objet. La définition devient alors beaucoup plus complexe. Ils dénoncent également le fait que certaines innovations de pointe sont considérées comme des nanotechnologies ainsi l'amalgame a lieu entre nanotechnologies et puces à ADN<sup>60</sup> susceptibles d'être utilisées en médecine, entre nanotechnologies et dispositifs de transmission d'information sans contact RFID (Radio Frequency Identification Device)<sup>61</sup>, entre nanotechnologies et MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems)<sup>62</sup> d'une dimension de mille nanomètres. Les nanotechnologies sont des technologies de fabrication, ce qui implique de les distinguer premièrement des sciences des matériaux, deuxièmement des biotechnologies, troisièmement des technologies de l'information et de la communication (TIC). Autrement dit, la distinction entre les procédés de fabrication, dans lesquels les nanotechnologies interviennent et qui concernent la matière, et les applications possibles à partir des nanotechnologies est essentielle selon ces auteurs<sup>63</sup>. Ils proposent donc dans leur bilan de distinguer dans les structures de la matière : premièrement, les nano-objets comprenant les nanoparticules et les couches minces dont la taille nanométrique va induire des propriétés chimiques différentes de son équivalent macroscopique ; deuxièmement, les matériaux nano-composites sous forme solide,

---

<sup>58</sup> Julie DUBOIS, François ROUSSEAU, *Fascinantes nanotechnologies. Au-delà des grandes peurs, des grands doutes et des grands espoirs*, op. cit., p. 32-33.

<sup>59</sup> *Ibid.*, p. 50.

<sup>60</sup> Voir la définition et les applications de la puce à ADN pages 14-15 du présent travail.

<sup>61</sup> RFID : « Les RFID (radio frequency identification device, « étiquette radio » en français) sont de petits dispositifs contenant un émetteur et des circuits logiques, dont la taille peut être millimétrique, voire inférieure. Ils émettent sur quelques centimètres à quelques mètres des informations sur l'objet qui les porte, par exemple, un code produit. Ce sont des versions communicantes des étiquettes à codes à barre, en quelque sorte. », Louis LAURENT, *Nanotechnologies. Les nanos vont-elles changer notre vie ?* 82 questions à Louis Laurent Physicien, op. cit., p. 76.

<sup>62</sup> MEMS : « Les MEMS sont des systèmes électromécaniques dont la taille varie de quelques microns à quelques dizaines de nanomètres. Ils sont déjà présents dans notre vie quotidienne, par exemple dans les systèmes de déclenchement d'airbag » définition en suivant le lien sur le site Internet [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com/Fr/definition/t/high-tech-1/d/mems_5717/) : [http:// www.futura-sciences.com/Fr/definition/t/high-tech-1/d/mems\\_5717/](http://www.futura-sciences.com/Fr/definition/t/high-tech-1/d/mems_5717/)

<sup>63</sup> Julie DUBOIS, François ROUSSEAU, *Fascinantes nanotechnologies. Au-delà des grandes peurs, des grands doutes et des grands espoirs*, op. cit., p. 57-58.



liquide ou gazeuse qui contiennent des nano-objets dispersés comme additifs dans leurs structures ; troisièmement, les auteurs excluent des nanotechnologies les matériaux nano-structurés dont la matière est organisée à l'échelle nanométrique. D'autre part, ils ne retiennent dans la définition des nanotechnologies que les procédés de fabrication utilisant des nano-objets et proposent un tableau récapitulatif : Figure 14 : Les nanos – schéma récapitulatif par catégories<sup>64</sup>.

Cette définition restrictive a le mérite d'être claire et de bien distinguer les procédés de fabrication des nano-objets et leurs applications possibles ou envisageables dans d'autres domaines scientifiques.

### 1.3 Une définition par exclusion : une aide éventuelle à la délimitation de l'objet éthique ?

Si nous nous en tenons à cette définition par exclusion, la frontière semble acquérir ainsi une visibilité accrue entre procédés de fabrication des nano-objets et applications industrielles utilisant les nouvelles propriétés spécifiques des nano-objets. Cependant le problème de la définition est complexe car il apparaît qu'il y a autant de définition que de compréhension des nano-objets : l'amplitude de la définition va d'une définition scientifique très restrictive comme celle de Christian Joachim ou celle de Julie Dubois et François Rousseau à une définition qui s'élargit sans cesse et qui ne retient que l'aspect dimensionnel caractérisé par un ordre de grandeur de référence entre 1 et 100 nanomètres. Il convient de noter au passage qu'une définition par exclusion est accessible aux scientifiques, mais s'avère difficile à appréhender par le grand public non spécialiste des nanotechnologies.

Se pose alors le problème de définir le champ de l'éthique alors que l'objet éthique concernant les nanotechnologies reste flou. Doit-on soutenir à l'instar de Sacha Loeve qu'il est indispensable de « maintenir au plus haut des exigences épistémologiques de la définition des objets si l'on tient à établir un dialogue constructif avec les scientifiques »<sup>65</sup> ? Mais arrivera-t-on un jour à se mettre d'accord sur une définition commune alors que les nanotechnologies touchent à de nombreux domaines

---

<sup>64</sup> Julie DUBOIS, François ROUSSEAU, *Fascinantes nanotechnologies. Au-delà des grandes peurs, des grands doutes et des grands espoirs*, op. cit., p.59.

<sup>65</sup> Sacha LOEVE, « Autour d'une définition des nanos », in : Bernadette BENSUADE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, op. cit., p. 13.

d'application ? Ou bien doit-on considérer, pour faire court, que la science est par définition amoral et que seules les applications et les utilisations de la science qu'en fait l'homme peuvent parfois se révéler immorales voire dangereuses ? Si nous tenons compte de cette dernière hypothèse, la réflexion éthique devrait en priorité s'intéresser aux applications industrielles des nanotechnologies et à leurs éventuelles conséquences sur l'homme, l'environnement et la société.

L'intervention de l'éthique se situerait alors principalement au niveau de la réflexion sur les utilisations que l'homme fait de ces découvertes scientifiques et de l'encadrement, en dernier ressort juridique, des nouvelles possibilités de ces techniques dans ses effets positifs et négatifs. L'éthique se situerait à la croisée des chemins entre nanosciences (recherche fondamentale) et nanotechnologies (applications des résultats de la recherche fondamentale en vue de la fabrication de nouveaux produits manufacturés).

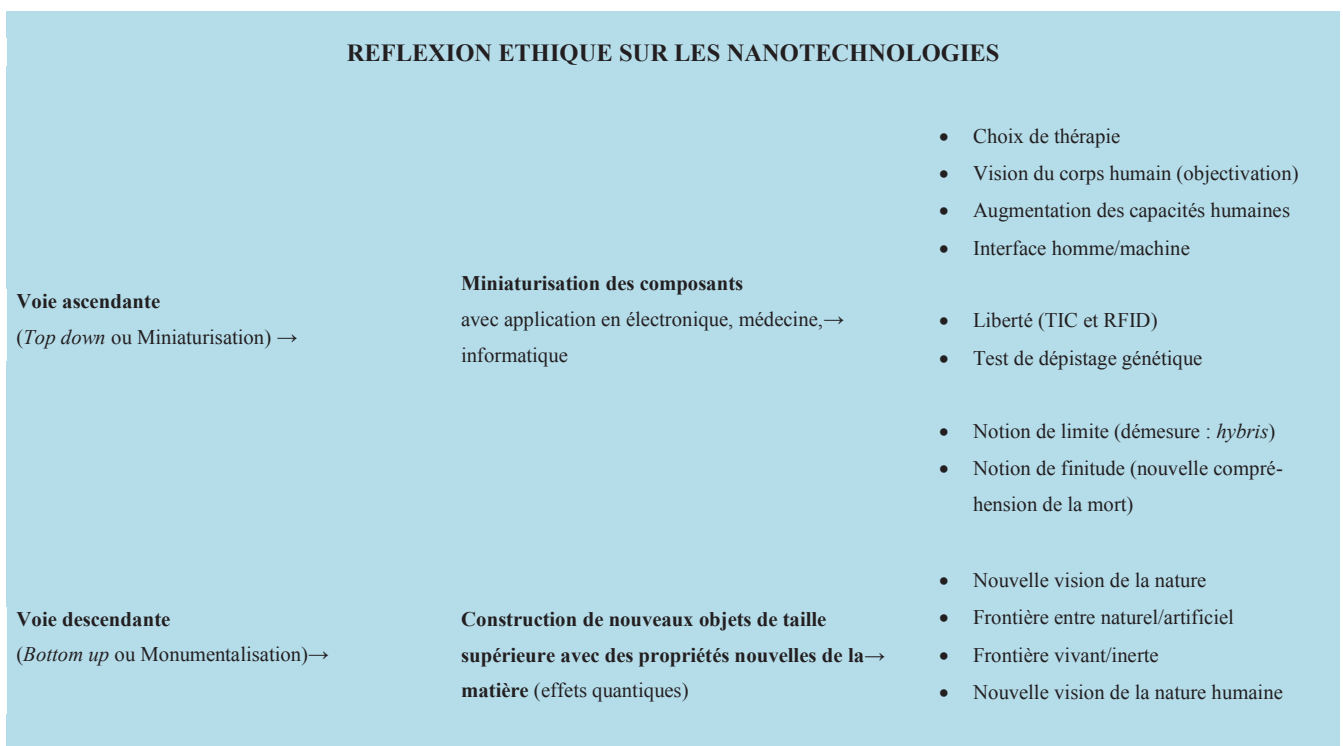
Cependant, dans le domaine des nanotechnologies, la complexité est de mise et les chemins s'entrecroisent et convergent. La convergence règne non seulement entre les différents champs scientifiques sollicités par les applications potentielles des nanotechnologies, mais aussi entre les différentes approches éthiques. La frontière dessinée par Julie Dubois et François Rousseau est d'une grande rigueur scientifique, mais on ne peut pas si facilement évacuer l'idée selon laquelle les problèmes éthiques ne se situeraient qu'au niveau des applications que font les industriels des nano-objets. Il suffit d'examiner le problème des nanoparticules : actuellement (en 2009), il est impossible d'affirmer avec certitude que les nanoparticules n'aient aucun effet nocif sur la santé humaine et sur l'environnement. Nous y reviendrons.

On ne peut donc pas non plus affirmer que les nano-objets - dont font partie les nanoparticules selon le classement de ces deux scientifiques - soient inoffensifs et sans risque. La question à laquelle va se heurter l'éthicien est de savoir si le problème des nanoparticules relève du champ de l'éthique ou du champ de la métrologie et de la toxicologie. Le fait de devoir trancher sur le problème de la dissémination des nanoparticules, sur le problème de la durée de vie des objets incluant des nanoparticules et du traitement approprié de leur élimination après usage relève-t-il d'une nano-éthique, d'une éthique environnementale ou bien du domaine de l'écologie ?

L'objet éthique doit avoir un large spectre et englober en amont les nano-objets, les nano-composites et leurs procédés de fabrication car il faut garder en mémoire non

seulement la problématique des nanoparticules, mais aussi l'approche *bottom up* ou monumentalisation, c'est-à-dire la voie ascendante qui consiste en la manipulation de la matière atome par atome et la construction de nouveaux objets de taille supérieure. Un premier schéma propose une réflexion synthétique sur les conséquences éthiques des nanotechnologies en médecine en tenant compte de la voie ascendante et descendante (cf Figure 1). Cette réflexion sera développée par la suite. La manipulation de la matière atome par atome implique une interrogation éthique essentielle relative à une nouvelle compréhension de la nature que nous tenterons de cerner. L'objet éthique doit englober en aval les applications technologiques des nano-objets incluant le bon ou l'éventuel mauvais usage, l'accessibilité par une minorité ou une majorité de personnes aux applications positives des nanotechnologies tout particulièrement en médecine, les enjeux économiques, politiques, géostratégiques, sociologiques, anthropologiques, psychologiques, psychanalytiques, théologiques etc... Nous proposons ci-après un schéma récapitulatif (cf Figure 2) pour clarifier le propos et mesurer la complexité de l'objet éthique. Ce schéma recouvre un vaste champ de réflexion touchant à tous les domaines et peut laisser l'impression que la comparaison entre les conséquences des nanotechnologies et l'ouverture de la *boîte de Pandore* n'est pas vaine dans le sens où une initiative imprudente induirait ou exposerait à un danger plus ou moins mesurable. Cet état de fait pourrait faire douter de l'élaboration d'une éthique générale efficace et utile qui se perdrait dans la profusion des conséquences multiples qu'impliqueraient les nanotechnologies au point qu'une éthique appliquée plus modeste semblerait plus réaliste.

**Figure 1: Réflexion éthique sur les nanotechnologies**



**Figure 2 : Objet éthique à large spectre**

OBJET ETHIQUE A LARGE SPECTRE			
AMONT	AVAL		
Problème des nanoparticules	Champ de l'éthique		
Recherche fondamentale	Recherche appliquée		
Technologie de fabrication	Sciences des matériaux	Applications industrielles	Conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>nano-objets comprenant nanoparticules et couches minces dont la taille induit des propriétés chimiques différentes</li> <li>matériaux nano-composites sous forme solide, liquide, gazeuse contenant des nano-objets dispersés comme additifs dans leurs structures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>matériaux nanostructurés dont la matière est organisée à l'échelle nanométrique</li> <li>fabrication de nouveaux matériaux avec des nouvelles propriétés physico-chimiques (pneus, vitres, peinture, textiles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>biotechnologies</li> <li>technologie de l'information et de la communication (puces, RFID, MEMS)</li> <li>médecine</li> <li>cosmétique</li> <li>agro-alimentaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>anthropologiques</li> <li>psychologiques/psychanalytiques</li> <li>philosophiques</li> <li>théologiques</li> <li>sociologiques</li> <li>économiques</li> <li>juridiques</li> <li>politiques</li> <li>géostratégiques (relation nord/sud)</li> <li>écologiques (toxicologie)</li> </ul>
Définition par exclusion		Notion de convergence entre les différentes technologies	

## 2. Quelle éthique pour les nanotechnologies ?

Si la délimitation de l'objet éthique est une opération complexe, nous sommes en droit de nous demander comment élaborer une nano-éthique ? Plusieurs questions se posent alors : est-il judicieux d'élaborer un objet éthique à large spectre qui articulerait une éthique normative, elle-même subdivisée en éthique théorique (composée des différentes théories morales : éthique des vertus <sup>66</sup> , conséquentialisme <sup>67</sup> , déontologisme<sup>68</sup>) et en éthique appliquée puisque le domaine des nanotechnologies est vaste dans ses applications ? Quelles théories morales privilégier en prenant soin de distinguer morale et éthique (nous y reviendrons au chapitre 2.5.3 intitulé : *Éthique, morale et moralisme*). Doit-on dépasser ces théories morales et s'orienter vers une éthique de responsabilité, qui découle du conséquentialisme, ou vers une éthique de la discussion, qui passe outre le fait de vouloir définir la « vie bonne » et se démarque ainsi de l'éthique des vertus ? Ou bien doit-on au contraire se focaliser sur une éthique appliquée, concrète et pratique dotée d'un champ d'investigation restreint et spécifique ?

Poussons plus avant le questionnement : comment articuler une éthique normative qui pose la question de ce qu'il est éthique de faire, c'est-à-dire de déterminer des états de choses bons ou mauvais et de déterminer des actions qu'il serait d'un point de vue moral bien ou mal d'accomplir ? Ce qui implique l'introduction - qu'on le veuille ou non - d'un point de vue moral adossé à des présupposés issus de notre culture, du courant de pensées auquel l'éthicien se réfère et de convictions politiques, philosophiques ou religieuses sur les nanotechnologies et leurs applications. L'éthicien peut-il avoir la prétention d'être neutre ? Autrement dit, peut-il élaborer une éthique indemne de toute influence ? Pour tenter de répondre, examinons quatre propositions : une éthique pour/par les nanotechnologies, une éthique complexe, une éthique générique et une éthique dialogique.

---

<sup>66</sup> Éthique des vertus : théorie morale dont la notion centrale est celle de vertu. Elle insiste non seulement sur la personne que l'on doit être tant au niveau de la gestion des émotions que du caractère bon ou mauvais des actions.

<sup>67</sup> Conséquentialisme : théorie morale qui insiste sur les conséquences de l'action.

<sup>68</sup> Déontologisme : théorie morale qui insiste sur le devoir moral propre à l'action.

## 2.1 Une éthique *pour* ou *par* les nanotechnologies

Ce titre fait référence à la contribution de Vanessa Nurock intitulée : Avons-nous vraiment besoin de « nano-éthique »<sup>69</sup>. Dans sa conclusion, l’auteure, après examen des trois principales théories morales que sont l’éthique des vertus, le conséquentialisme, le déontologisme, démontre qu’aucune de ses théories ne suffit à elle seule à élaborer une nano-éthique satisfaisante et qu’une éthique *pour* les nanotechnologies serait une impasse dans la mesure où elle reste à construire avec les outils de l’analyse normative. Elle propose un renversement de direction qui irait de la nanotechnologie vers l’éthique, autrement dit une éthique *par* les nanotechnologies. Ainsi la nano-éthique serait à considérer comme un questionnement inédit sur la notion de « nature humaine », sur la notion de « vivant », sur la construction même de nos normes avec l’intervention des NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitives). Elle prône donc une réflexion éthique qui articulerait à la fois une éthique *pour* les nanotechnologies et une éthique *par* les nanotechnologies, qui articulerait aussi un questionnement de philosophie « fondamentale » et de philosophie « appliquée ».

Si nous essayons de schématiser cette hypothèse et de pousser plus avant la réflexion, le mouvement partirait de la philosophie appliquée dans le domaine des nanotechnologies, ces dernières étant en constante évolution obligent à un réexamen systématique de nos valeurs fondamentales et questionnent de façon tout à fait nouvelle les notions anthropologiques que sont la notion de nature humaine et la notion de vivant. On peut ajouter également la notion de limites entre naturel et artificiel, entre vivant et inerte. Cette ré-interrogation a ensuite des répercussions sur les grands courants éthiques que sont l’éthique des vertus, le conséquentialisme et le déontologisme. Elle a également des répercussions sur le principe de responsabilité tel que Hans Jonas le définit (selon les quatre formes de l’impératif catégorique qu’il propose : « Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la permanence d’une vie authentiquement humaine sur terre » ; « Agis de façon que les effets de ton action ne soient pas destructeurs pour la possibilité future d’une telle vie » ; « Ne compromets pas les conditions pour la survie indéfinie de l’humanité sur terre » ; « Inclus dans ton choix actuel l’intégrité future de l’homme comme objet secondaire de ton vouloir »)<sup>70</sup>, et sur

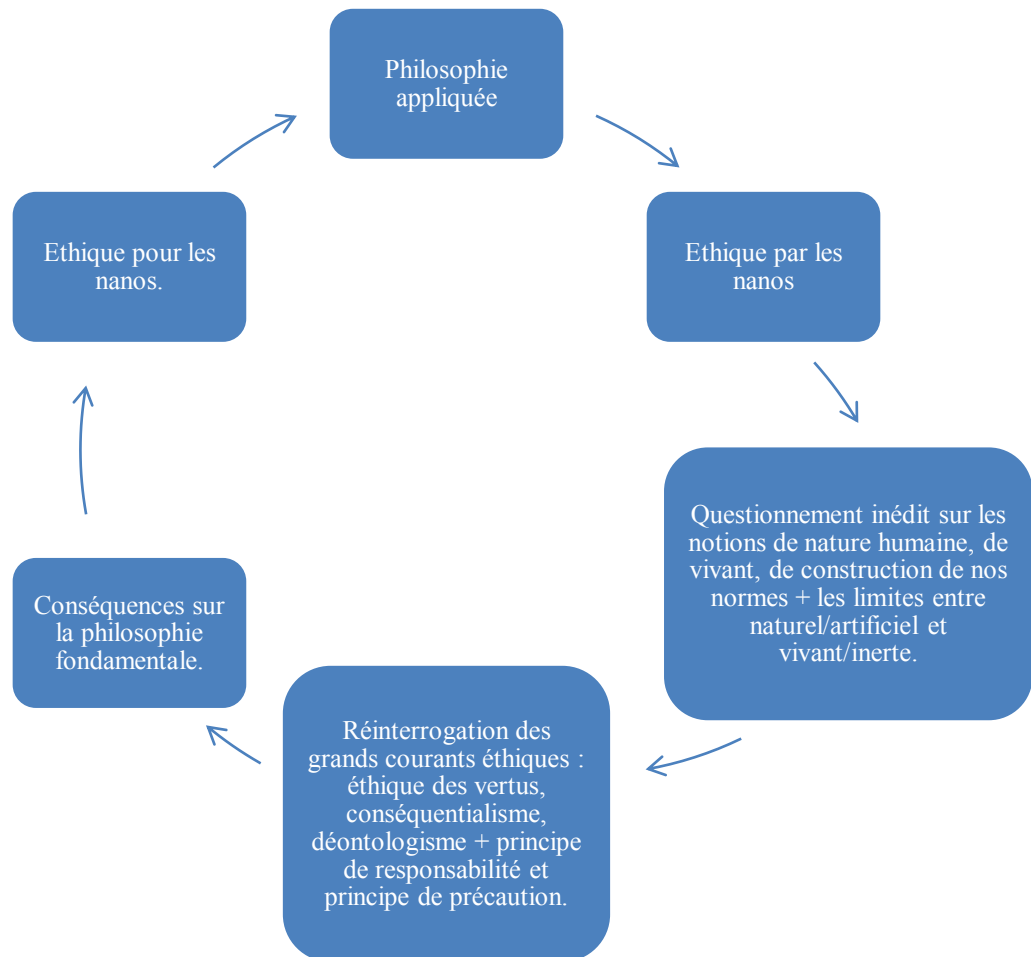
---

<sup>69</sup> Vanessa NUROCK, « Avons-nous vraiment besoin de " nano-éthique " ? » in : Bernadette BENSANDE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, op cit., p. 113-126.

<sup>70</sup> Hans JONAS, *Le principe responsabilité*, Paris, éditions du Cerf, 1991, p. 30-31.

le principe de précaution. L'éthique *par* les nanotechnologies interroge donc à nouveaux frais l'éthique fondamentale et par voie de conséquence l'éthique *pour* les nanotechnologies.

**Figure 3 : Ré-interrogation de l'éthique**



Ce réexamen, auquel les avancées scientifiques contraignent les éthiciens, n'est certes pas nouveau. La remise en question et la réévaluation des lois de bioéthique programmées régulièrement par le gouvernement français en est un exemple significatif. Il semble généralement admis dans les sociétés laïques occidentales qu'un modèle figé de théorie morale ne soit plus possible face aux nouvelles problématiques qu'induisent, d'une part, l'évolution des sciences et des techniques, et d'autre part, l'évolution de la société et des mœurs <sup>71</sup>. L'émergence des nanotechnologies semble exacerber cette remise en question de l'éthique et de l'élaboration d'un modèle de réflexion éthique.

<sup>71</sup> A titre d'exemple : actuellement, le débat sur le mariage entre deux personnes du même sexe et l'adoption d'enfants par ces couples est lié à l'évolution des mœurs, en l'occurrence la meilleure



## 2.2 Une éthique complexe liée à un principe d'incertitude de l'action

Edgar Morin part de plusieurs constats sur l'état de l'éthique actuelle dans notre société « post-moderne » (ou « méta-moderne ») et prend acte : premièrement, que l'éthique dans une société laïque se départit de l'influence de l'impératif religieux et se dirige, depuis Kant, vers une éthique universelle ; deuxièmement, que la science s'est progressivement éloignée de l'éthique dans le sens où on observe une disjonction entre la vitesse de développement sans précédent de la science intimement liée au développement technique et économique et la vitesse de compréhension des conséquences éthiques de cette même science. La rationalité instrumentale a pris le pas sur les fins morales, voire davantage : elle est parfois utilisée à des fins immorales. Il constate donc une laïcisation de l'éthique ainsi qu'un relatif échec de l'analyse éthique face aux progrès de plus en plus rapides de la science<sup>72</sup>.

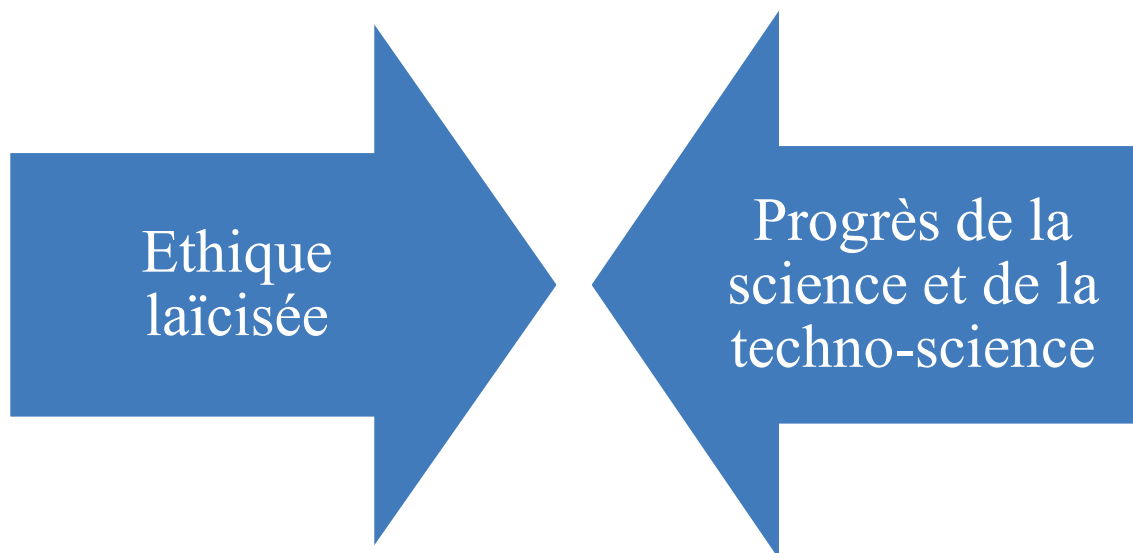
Le problème majeur, toujours selon cet auteur, est celui de l'incertitude. Ce principe d'incertitude agit à plusieurs niveaux : dans la relation entre l'intention et l'action, dans l'antagonisme entre nécessité du risque et de la précaution, dans la relation entre la fin et les moyens. La science moderne et l'imbrication entre science et technique, autrement dit la techno-science, rassemblent toutes ces incertitudes et ces contradictions éthiques<sup>73</sup>. Selon cette logique, l'élaboration d'une éthique des nanotechnologies ne peut alors qu'être une éthique complexe.

---

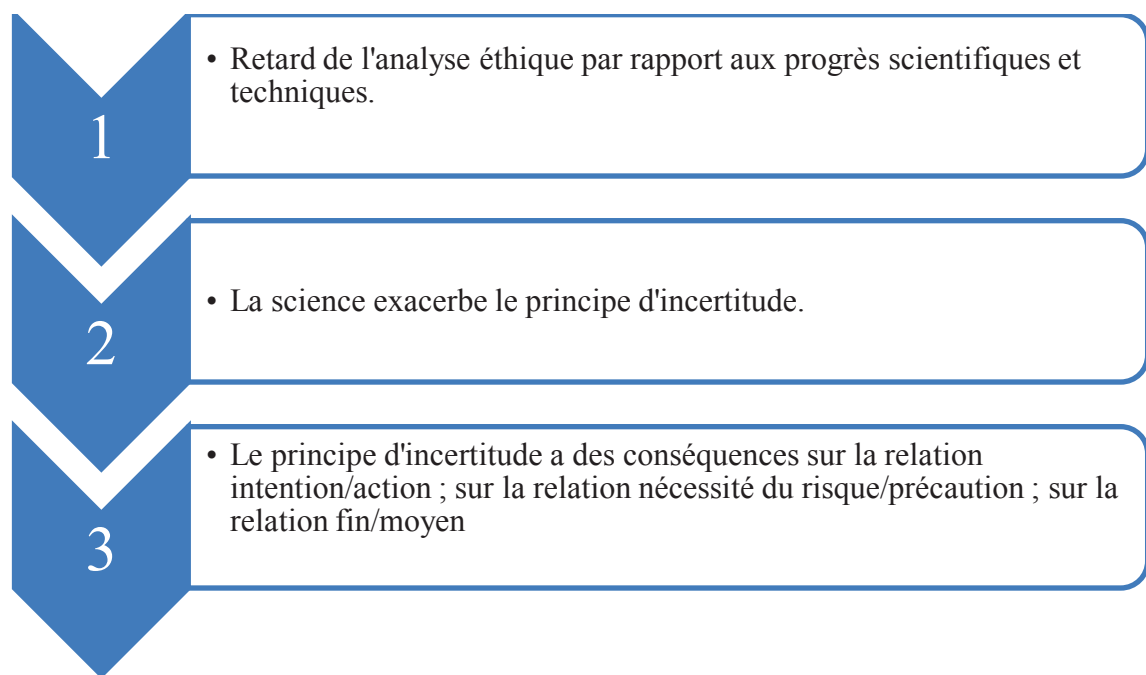
acceptation par la société en général des couples homosexuels et la revendication de ces derniers à une égalité des droits. De plus, le désir d'enfant par les couples homosexuels est relayé par les possibilités de la procréation médicalement assistée : la fécondation *in vitro* avec don de sperme (une des femmes du couple porte et met au monde un enfant), voire le recours à une mère porteuse dans certains pays étrangers (un des hommes du couple fait don de son sperme à une femme qui sera la mère porteuse de son enfant). L'évolution de la société et des mœurs peut donc être liée à certaines avancées scientifiques.

<sup>72</sup> Edgar MORIN, *La méthode. 6. Ethique*, Paris, Seuil, coll. Point Essai, 2004, p. 22-31 et p. 44-70.

<sup>73</sup> *Ibid*, p. 44-70.



**Figure 4: Analyse éthique, science et principe d'incertitude**



Si la science exacerbe le principe d'incertitude, les nanotechnologies l'exacerbent à double titre. En effet, premièrement les nanotechnologies sont le produit de la convergence de plusieurs champs de la science et de la technique. Elles complexifient d'autant la réflexion éthique qui doit tenir compte de cette convergence et croiser les résultats de la réflexion de l'éthique fondamentale et appliquée, des différentes théories morales, de l'éthique des sciences en général et de l'éthique médicale en particulier pour le sujet qui nous intéresse. Deuxièmement, les nanotechnologies sont issues de la découverte des propriétés inédites de la matière à cette échelle et tributaires des principes de la physique quantique. Or, la physique quantique est régie par le principe

d'incertitude d'Heisenberg<sup>74</sup> ou plus exactement *la relation d'incertitude* selon laquelle « si l'impulsion d'un électron est connue précisément, alors sa position est déterminée de façon imprécise, et réciproquement »<sup>75</sup>. Une éthique complexe liée au principe d'incertitude de l'action pourrait éventuellement convenir pour les nanotechnologies.

### 2.3 Une éthique générique

Dans la deuxième partie au premier chapitre de ce travail, la constatation a été faite de la difficulté de donner une définition claire et précise des objets nanométriques et, par voie de conséquence, de circonscrire l'objet éthique des nanotechnologies et d'élaborer à partir de ce dernier une nano-éthique.

Prenant également acte de cette difficulté majeure, une contribution récente (2012) de Marie-Geneviève Pinsart propose une éthique générique<sup>76</sup>. Elle circonscrit sa réflexion à l'objet nano comme « un mixte de machine et de vie comme ce que fait, par exemple, l'ingénierie tissulaire qui crée des objets hybrides alliant des matériaux nanostructurés et des cellules vivantes pour remplacer des tissus défailants »<sup>77</sup> et prend acte de l'hétérogénéité de ces « machine-organismes nano ». Selon l'auteure, seul un savoir générique peut être élaboré sur un objet hétérogène puisque la difficulté réside dans le fait qu'un savoir synthétique est désormais impossible, l'objet hétérogène se situant sur plusieurs champs disciplinaires<sup>78</sup>. Elle propose une définition de l'éthique générique par la négative<sup>79</sup> et liste tout ce qu'une éthique générique n'est pas. Nous résumons cette définition sous forme de schéma. L'éthique générique n'est pas ou n'est pas seulement :

---

<sup>74</sup> Cf Première partie, Chapitre I, 4 Nanotechnologies et physique quantique de ce travail.

<sup>75</sup> Peter Kunzmann, Franz-Peter Burkard, Franz Wiedmann, *Atlas de la Philosophie*, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, Munich, 1991 / 1993, Librairie Générale Française, Paris, 1993, p. 185.

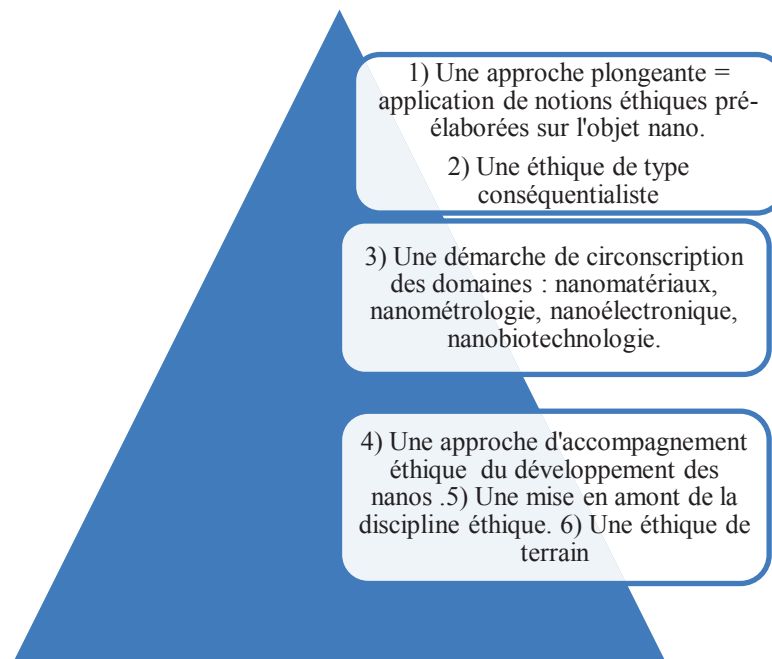
<sup>76</sup> Marie-Geneviève PINSART, « L'hétérogénéité des objets nanos : deux nouvelles méthodes pour activer une éthique générique » in : Céline KERMISCH, Marie-Geneviève PINSART (éds), *Les nanotechnologies : vers un changement d'éthique ? Nanotechnologies : towards a shift in the scale of ethics ?*, Bruxelles, Belgique, éditions E.M.E. & InterCommunications s.p.r.l., 2012, p. 63-86.

<sup>77</sup> *Ibid*, p. 64.

<sup>78</sup> *Ibid*, p. 68-69.

<sup>79</sup> *Ibid*, p. 74-77.

**Figure 5 : Définition par la négative de l'éthique générique**



L'auteure précise bien dans son propos qu'une seule de ces approches ne suffit pas à cerner les problèmes éthiques de l'objet nano hétérogène. Il faut noter que ces différentes approches ne semblent pas se référer obligatoirement à une théorie morale particulière, à part la deuxième affirmation de la définition, à savoir que l'éthique générique n'est pas une éthique de type conséquentialiste. Nous nous trouvons donc devant le fait qu'un faisceau d'approches est nécessaire en vue d'élaborer une nano-éthique. Nous retrouvons finalement l'écueil auquel se heurtent les éthiciens et qu'a soulevé sur un autre plan Vanessa Nurock, à savoir qu'un seul modèle éthique parmi les trois principales théories morales que sont l'éthique des vertus, le conséquentialisme et le déontologisme ne suffit pas à élaborer une nano-éthique.

Marie-Geneviève Pinsart complète son propos en dressant un tableau permettant l'élaboration d'une éthique générique. Ce tableau est à double entrée : une entrée horizontale qui contient les différents acteurs (un individu = le patient, une discipline = la médecine, une institution = l'armée) ; une entrée verticale qui liste plusieurs intentions d'utilisation d'un nano-objet (A : assurer la traçabilité d'un objet nano, B = étendre l'application d'un dispositif nano au diagnostic du diabète). A chaque croisement d'un acteur et d'une intention, il faudra répondre à la question de savoir si des enjeux éthiques émergent ou non. Si la réponse est affirmative, il faudra dans un

deuxième temps identifier si des aspects éthiques « semblent être mis à mal » ou bien sur quels aspects éthiques particuliers notre attention devra-t-elle se focaliser<sup>80</sup>.

Après l'analyse de ce tableau, nous pouvons constater d'un point de vue critique qu'il va falloir tenir compte de la pluralité des acteurs en présence et de leur différent niveau d'implication dans la société. Les problèmes éthiques qui vont émerger, être identifiés et posés au niveau individuel (le patient), au niveau d'une discipline (la médecine) et au niveau institutionnel (l'armée) vont permettre d'élaborer une nano-éthique spécifique à chaque niveau.

Les problèmes éthiques ne seront pas de même ampleur selon qu'il s'agira : d'un cas particulier, le protocole thérapeutique appliqué en vue de la guérison ou l'amélioration de l'état d'un patient dans une logique bénéfice/risque n'aura d'impact que sur le corps du patient lui-même ; d'un cas plus général, au niveau d'une équipe médicale ou de la discipline de la médecine car l'aspect technique d'une nouvelle thérapie est en lien avec des aspects scientifiques, des aspects de progrès des techniques médicales, des aspects économiques ; d'un cas général et institutionnel, l'utilisation et la traçabilité d'un nano-objet au sein de l'armée n'a pas à première vue une fonction thérapeutique mais des impacts sur la performance et l'efficacité d'une stratégie militaire *via* éventuellement le corps du militaire.

Il semble difficile d'en faire une synthèse puisque les implications éthiques ne se situeront pas sur le même plan. Il faudrait alors envisager de circonscrire une éventuelle nano-éthique, certes non pas à une circonscription des domaines (nanomatériaux, nanométrie, nanoélectronique, nanobiotechnologie), mais à chaque niveau « sociétal ». De plus, dans l'entrée verticale du tableau, on est bien obligé de prendre comme exemple un objet nano précis et, de ce fait, pratiquer tout de même une éthique de terrain, ce qui semble en contradiction avec la définition proposée par l'auteure d'une éthique générique.

Un deuxième écueil est celui d'identifier les « aspects éthiques ». L'auteure précise dans sa définition d'une éthique générique qu'elle n'est pas « une approche plongeante », c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'une application de notions éthiques pré-

---

<sup>80</sup> Marie-Geneviève PINSART, « L'hétérogénéité des objets nanos : deux nouvelles méthodes pour activer une éthique générique » in : Céline KERMISCH, Marie-Geneviève PINSART (éds), *Les nanotechnologies : vers un changement d'éthique ? Nanotechnologies : towards a shift in the scale of ethics ?*, Bruxelles, Belgique, éditions E.M.E. & InterCommunications s.p.r.l., 2012, p. 80.

élaborées sur l'objet nano. Selon quels critères et selon quelle pertinence les aspects éthiques peuvent-ils alors être sélectionnés ? Comment évaluer ceux qui seront « mis à mal » et ceux « auxquels il faudra prêter attention » ? A quelles références les membres d'un comité d'éthique vont-ils recourir ? Auront-ils tous les mêmes références étant donné qu'un comité d'éthique est constitué habituellement de personnes provenant d'horizon différent<sup>81</sup> ?

Enfin, une incompatibilité entre une éthique générique et l'éthique médicale peut apparaître. D'après la définition, une éthique générique n'est pas une éthique de type conséquentialiste ; elle ne vise pas l'impact du risque et ne fonctionne pas selon la logique de coût/bénéfice. Au contraire, l'éthique médicale est basée sur une axiologie bénéfice/risque. La question se pose alors de savoir comment articuler une éthique générique et l'éthique médicale.

En conclusion de cette analyse, le tableau pour élaborer une éthique générique reste un outil qui serait un préalable pour poser et lister les problèmes éthiques selon les différents acteurs. Cependant en l'état actuel du tableau, n'apparaissent pas les « conflits éthiques » qui peuvent survenir entre les acteurs, les divergences d'analyse entre les différents niveaux sociétaux, les contradictions entre les différents champs d'application d'un même nano-objet. Si ces conflits ne sont pas résolus dans une perspective consensuelle, comment élaborer une nano-éthique ? Il nous semble que l'éthique dialogique est plus à même de souligner ces conflits.

#### 2.4 Une éthique dialogique

La réflexion éthique sur les nanotechnologies élaborée par une équipe de philosophes et d'éthiciens du Québec (université de Laval) propose des pistes intéressantes. Elle permet également d'avoir une vision des choses sensiblement différente du « vieux continent ». La thèse défendue par Jean-Pierre Béland est la suivante : seule une éthique qui dépasse le moralisme permet de penser le développement des nanotechnologies. Il propose une éthique *dialogique* qui consisterait à trouver une solution éthique

---

<sup>81</sup> A titre d'exemple, le Comité Consultatif National d'Éthique (CCNE) français est composé de 40 membres : un président nommé par le Président de la République pour deux ans renouvelables (Professeur Alain Grimfeld depuis le 18 février 2008), 39 membres nommés pour quatre ans dont 5 personnalités appartenant aux « principales familles philosophiques et spirituelles » (courants philosophiques et religions catholique, protestante, juive et musulmane), 19 personnes choisies pour « leur compétence et leur intérêt pour les problèmes éthiques », 15 personnes appartenant au « secteur de la recherche » (INSERM, CNRS, Institut Pasteur...), un secrétaire général. Source : [www.ccne-ethique.fr](http://www.ccne-ethique.fr).

acceptable en dépassant le problème du moralisme pour accompagner et baliser le développement responsable des nanotechnologies et tout particulièrement le développement de la convergence NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitives). En ce sens, il rejoint également l'analyse de Vanessa Nurock lorsqu'elle affirme que les trois principales théories morales que sont l'éthique des vertus, le conséquentialisme et le déontologisme ne suffisent pas à elles seules à élaborer une nano-éthique satisfaisante et que, de se focaliser uniquement sur une éthique *pour* les nanotechnologies, conduirait la réflexion à une impasse.

Jean-Pierre Béland reprend la définition de la difficulté dialogique proposée par Edgar Morin dans *La Méthode 6. L'éthique* : « Unité complexe entre deux logiques, entités ou instances complémentaires, concurrentes et antagoniques qui se nourrissent l'une de l'autre, se complètent, mais aussi s'opposent et se combattent ».<sup>82</sup> Il analyse ensuite les difficultés dialogiques que pose le développement des nanotechnologies en pointant deux phénomènes éthiques souhaitables : d'une part, le principe de précaution n'est plus un principe d'abstention paralysant, mais devient un principe d'action ; d'autre part, l'affrontement est inévitable entre l'éthique de précaution et l'éthique du risque pour développer une perspective de réflexion nouvelle et créatrice. En ce sens, il se rapproche de la réflexion d'Edgar Morin qui parle de l'intervention du principe d'incertitude au niveau de l'antagonisme entre nécessité du risque et de la précaution.

L'auteur relève cinq difficultés dialogiques que le développement des nanotechnologies induit : (1) une difficulté dialogique entre une éthique humaniste et une éthique transhumaniste, (2) entre une éthique de la précaution et une éthique du risque nécessaire, (3) entre une éthique pour l'individu et une éthique pour la collectivité, (4) entre une éthique condamnatoire et une éthique de la tolérance, enfin (5) entre une éthique du dilemme à trancher et une éthique du compromis. Il conclut qu'il faut sortir de l'éthique dualiste pour aller vers une éthique communicationnelle qui suppose d'accepter et de prendre en compte dans la réflexion éthique la coexistence des

---

<sup>82</sup> Jean-Pierre BELAND, Louise BERNIER, Céline VERCHERE-MORICE, «Quelles "difficultés dialogiques" attendent la gouvernance réflexive sur la question du sens et de la finalité du développement des nanotechnologies ? » in : Jean-Pierre BELAND, Johane PATENAUE dir., *Les nanotechnologies. Développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, Québec, Canada, Presses Universitaires de Laval , 2009, p. 105-106.

principes contradictoires<sup>83</sup>. Dans sa conclusion, le nom d'Habermas<sup>84</sup> n'est pas explicitement cité mais on peut y reconnaître ici les principes de l'éthique de la discussion, c'est-à-dire une éthique qui s'élabore par le biais d'échanges d'arguments pour parvenir à terme à un consensus sur la validité d'une norme. Ce consensus peut avoir lieu parce qu'il y a eu au préalable la reconnaissance des points de vue présents et l'échange d'arguments rationnels. Notons que ce type d'échanges s'apparente aux procédures qui existent entre les scientifiques et qu'il intervient largement dans le fonctionnement des comités d'éthique. L'éthique de la discussion, ou encore l'éthique communicationnelle présuppose donc cette conviction que l'échange argumenté et rationnel est le moteur ou l'impulsion nécessaire pour en arriver à un consensus.

Jean-Pierre Béland reste proche de la pensée d'Edgar Morin : le premier utilise le terme de *principes contradictoires* ou de *difficultés dialogiques* et le second le terme d'*antagonisme* entre nécessité du risque et de la précaution dans le cadre du principe d'incertitude. La réflexion de Jean-Pierre Béland concerne le développement des nanotechnologies en général et de la convergence NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitives), mais il semble bien que ces cinq difficultés dialogiques aient une pertinence toute particulière pour les nanotechnologies appliquées à la médecine. Les trois premières difficultés dialogiques présentées à nouveau sous forme de schémas vont nous permettre de lister par la suite les enjeux éthiques des nanotechnologies appliquées à la médecine, mais auparavant nous apporterons aussi quelques nuances et interrogations d'ordre général à sa proposition.

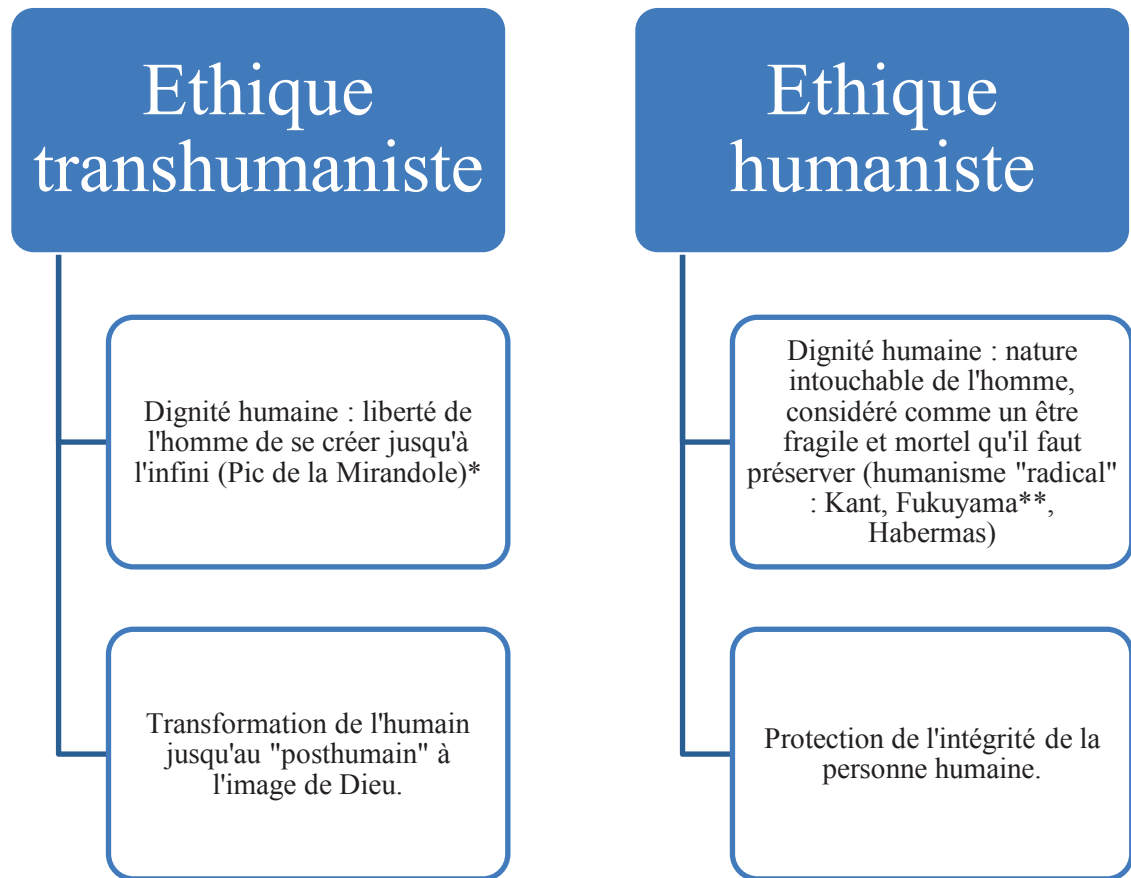
---

<sup>83</sup> Jean-Pierre BELAND, Louise BERNIER, Céline VERCHERE-MORICE, «Quelles "difficultés dialogiques" attendent la gouvernance réflexive sur la question du sens et de la finalité du développement des nanotechnologies ? » in : Jean-Pierre BELAND, Johane PATENAUE dir., *Les nanotechnologies. Développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, op.cit., p. 101-124.

<sup>84</sup> Jürgen HABERMAS, *De l'éthique de la discussion* (1991), trad. fr., Paris, Cerf, 1992.



**Figure 6 : Première difficulté dialogique**



\*Les transhumanistes se réfèrent volontiers à Pic de la Mirandole et à son ouvrage *De la dignité de l'homme*<sup>85</sup> en n'en retenant que ce qui va dans le sens de leur vision de l'homme et par là même en édulcorant et caricaturant sa pensée. Pic de la Mirandole propose une nouvelle conception du monde : l'anthropocentrisme et pose une vision prométhéenne de l'homme libre, maître de son destin, désormais seul responsable de son devenir et de ses choix. Il affirme les deux propositions suivantes : premièrement, l'homme est au centre de l'univers, il est une créature privilégiée dotée de la raison et de l'intelligence, conscient de sa supériorité sur les autres créatures ; deuxièmement, l'homme est le maître et l'artisan de son destin, il a le pouvoir arbitral de se modeler et de se façonner lui-même. Les transhumanistes, se posant comme « dignes héritiers » du courant humaniste, retiennent en particulier cette deuxième affirmation pour légitimer la

<sup>85</sup> Jean Pic de la Mirandole, *De la dignité de l'homme. De hominis dignitate*, Paris-Tel Aviv, éditions de L'éclat, 2005.

possibilité de transformer le corps humain et d'améliorer ses performances par l'utilisation des nanotechnologies. A ce sujet, la thèse de Marina Maestrutti développe en détail les références des différents courants transhumanistes<sup>86</sup>.

\*\*Il peut paraître étonnant de citer Francis Fukuyama à côté de Kant sous l'étiquette « d'humanisme radical », mais Jean-Pierre Béland en affirmant que « l'humanisme radical repose sur les bases éthiques suivantes : la dignité de l'être humain comme fin incite à protéger l'intégrité de la personne humaine en toute responsabilité, solidarité, justice et équité »<sup>87</sup> précise cette classification. Effectivement, Francis Fukuyama s'est positionné très fermement contre le transhumanisme en déclarant qu'il s'agissait de l'idée la plus dangereuse du monde<sup>88</sup>. De plus, dans la conclusion de son ouvrage *La fin de l'homme*<sup>89</sup>, il exprime une idée assez proche de la notion éthique de dignité de l'être humain comme fin : « Nous n'avons à accepter *aucun* de ces mondes futurs sous le faux étendard de la liberté, qu'il soit celui des droits de reproduction illimité ou celui de la recherche scientifique sans entraves. Nous ne devons pas nous considérer nous-mêmes comme les esclaves obligés d'un progrès technologique inéluctable, si ce progrès n'est pas mis au service de finalités humaines. »

---

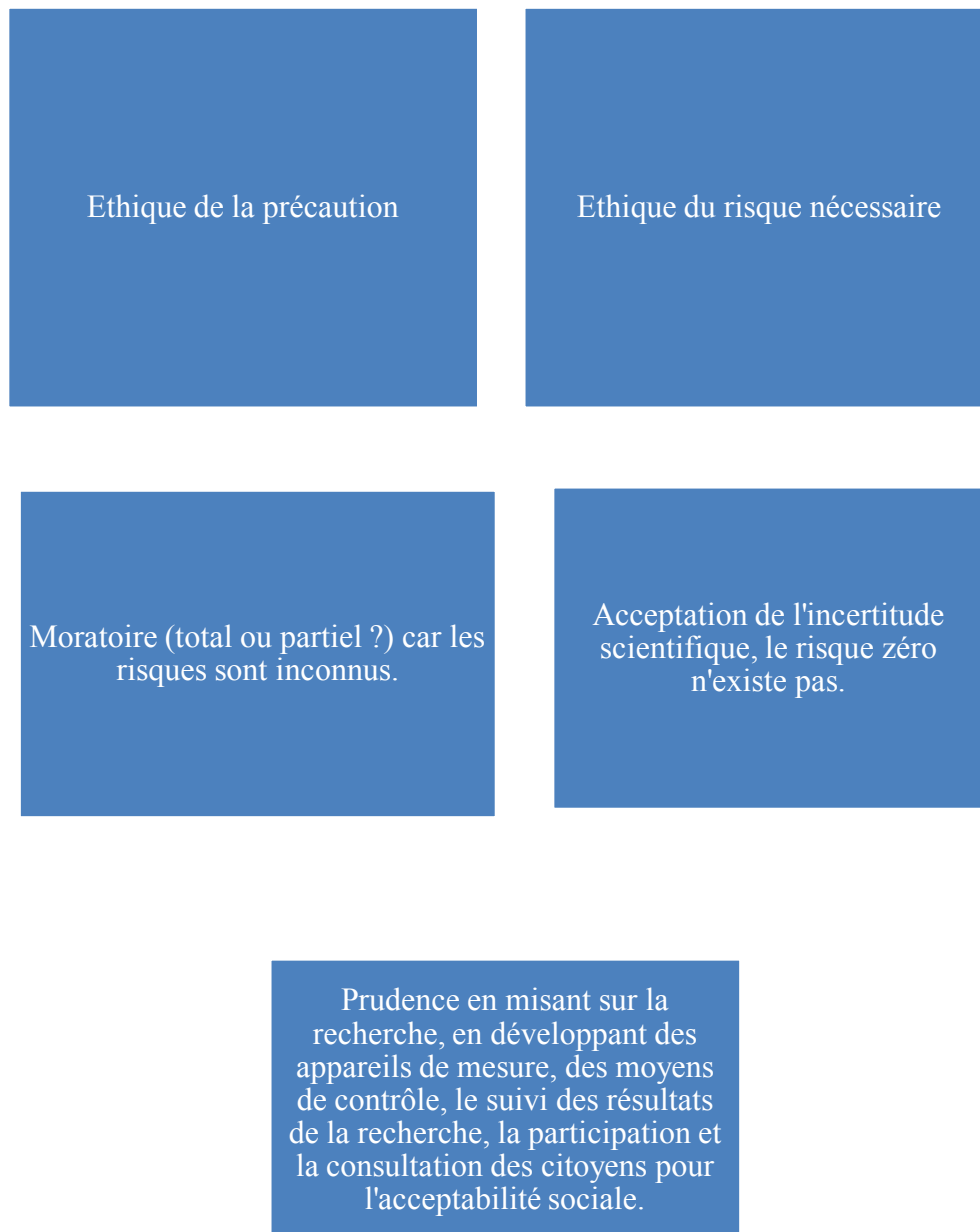
<sup>86</sup> Marina MAESTRUTTI, *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse de doctorat, épistémologie, histoire des sciences, Université Paris X - Nanterre, 2007, p. 229-266.

<sup>87</sup> Jean-Pierre BELAND, Louise BERNIER, Céline VERCHERE-MORICE, «Quelles "difficultés dialogiques" attendent la gouvernance réflexive sur la question du sens et de la finalité du développement des nanotechnologies ? » in : Jean-Pierre BELAND, Johane PATENAUE dir., *Les nanotechnologies. Développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, op.cit., p. 109-110.

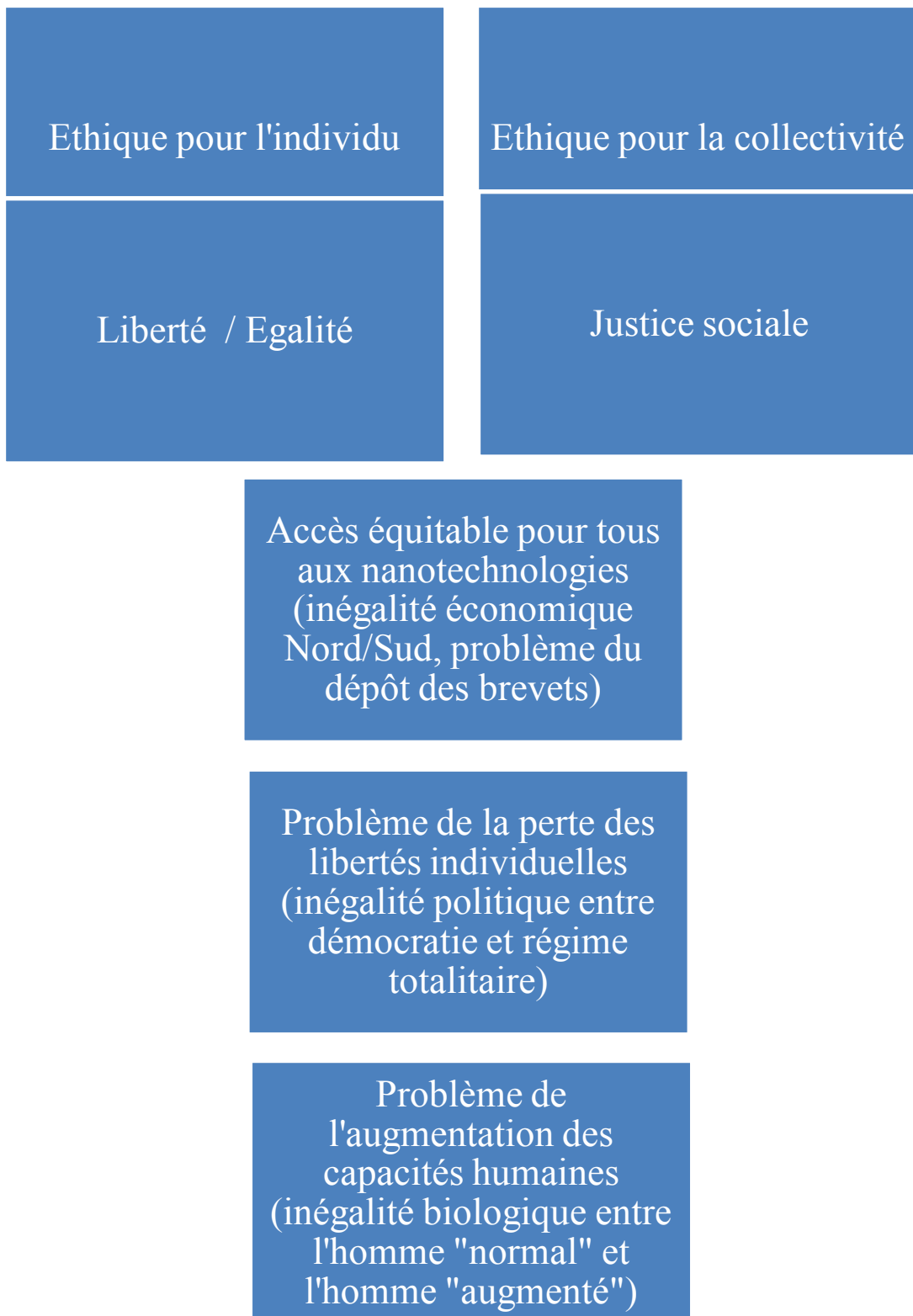
<sup>88</sup> Livres Groupe, *Transhumanisme : Intelligence Artificielle, Colonisation de l'Espace, Nanotechnologie, Singularité Technologique, Débat Sur Les Nanotechnologies, Cryonie, Assembleur Moléculaire, Aubrey de Grey, Jean-Michel Truong, Futurologie, Post-humanisme, Kim Eric Drexler*, Books LLC (French Series), 2010, p.182.

<sup>89</sup> Francis FUKUYAMA, *La fin de l'homme. Les conséquences de la révolution biotechnique*, trad. fr., Paris, Gallimard, coll. Folio actuel n° 109, 2002, p. 379.

**Figure 7 : Deuxième difficulté dialogique**



**Figure 8 : Troisième difficulté dialogique**



## 2.5 Eclairages complémentaires à une éthique dialogique

Une éthique dialogique appliquée aux nanotechnologies doit s'articuler en particulier à trois caractéristiques majeures de notre époque : premièrement, à l'évolution de la science vers la techno-science et à son lien avec l'économie de marché ; deuxièmement, à l'évolution et aux avancées des neurosciences dans notre perception de l'homme et dans notre compréhension de la notion de « nature humaine » ; troisièmement, à la pertinence de l'élaboration d'une éthique qui dépasserait le moralisme.

### 2.5.1 Evolution de la science vers la techno-science

Les cinq difficultés dialogiques proposées par Jean-Pierre Béland sont autant d'outils précieux pour la réflexion éthique sur les nanotechnologies et pour appréhender les difficultés de l'élaboration d'une nano-éthique qui se trouve à la convergence de plusieurs champs de l'éthique puisque les nanotechnologies se situent elles-mêmes à la convergence de plusieurs avancées scientifiques. Cependant des éclairages complémentaires peuvent être apportés.

Les nanotechnologies s'inscrivent dans cette évolution de la science que l'on appelle communément techno-science, c'est-à-dire qu'elles prennent place dans cette dynamique du progrès qui a pour caractéristique que la science et ses avancées sont tributaires, voire dépendantes, de la mise au point de techniques hypercomplexes comme instruments de la méthode scientifique. Ainsi, seule la mise au point des microscopes à effet tunnel sont capables de faire accéder l'homme à l'échelle nanométrique et sont capables de lui faire voir les effets quantiques de la matière. C'est en ce sens que l'on peut parler de changement inédit de notre perception du monde ou *Weltanschauung* (représentation du monde). Ce changement peut être comparé dans sa nouveauté à la découverte de l'atome et donc de l'échelle atomique il y a quelques décennies.

L'avènement de la techno-science implique que la séparation entre sciences pures et sciences appliquées ainsi qu'entre science et technique devient de plus en plus floue et induit comme conséquence que les enjeux éthiques s'adressent dès lors aussi aux chercheurs eux-mêmes. C'est pourquoi la proposition d'un objet éthique à large spectre (cf figure 2, 2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 1, 1.3) peut être utile puisqu'il y a des interactions entre science fondamentale et science appliquée au niveau d'une analyse éthique sur les

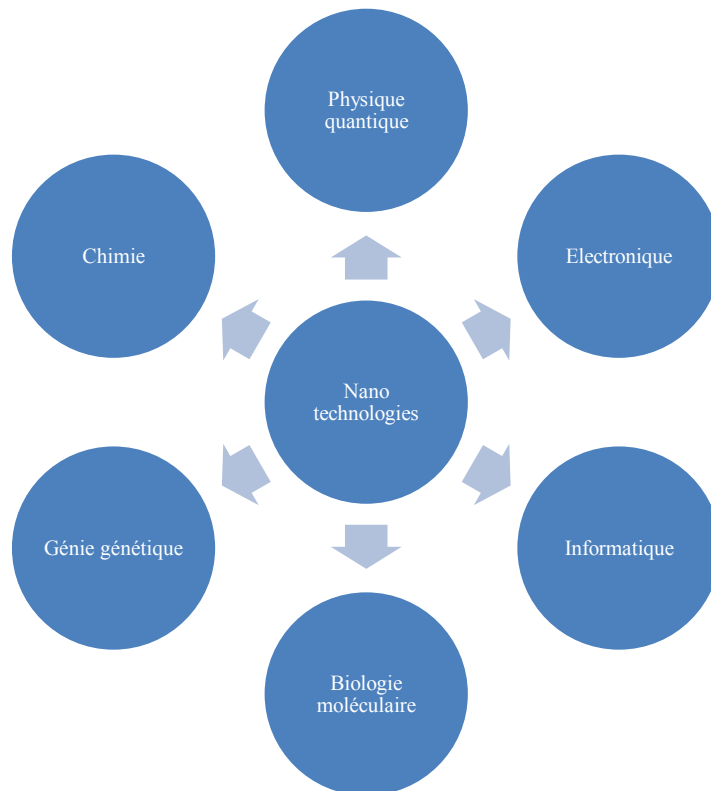
nanotechnologies.<sup>90</sup> Il faut noter qu'en France, les ingénieurs ne sont pas complètement démunis pour réfléchir sur les enjeux éthiques de leurs activités et disposent d'une charte éthique de l'ingénieur élaborée en 2001 par le CNISF (Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France) qui met l'accent sur la responsabilité des ingénieurs vis-à-vis de la société, vis-à-vis de la mise à jour de leurs compétences, vis-à-vis de leur métier et de leurs relations avec leurs collaborateurs, vis-à-vis de leurs missions et, en particulier : « L'ingénieur intègre dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toute nature sur les personnes et sur les biens. Il anticipe les risques et les aléas ; il s'efforce d'en tirer parti et d'en éliminer les effets négatifs » (Annexe N° 1).

La question est de savoir dans quelle mesure l'ingénieur et le chercheur sont indépendants des enjeux économiques et politiques de la société ou de l'organisme ainsi que du pays dans lequel ils travaillent. Ainsi, l'analyse des enjeux éthiques ne peut être déconnectée des enjeux économiques et politiques. De surcroît, comme les nanotechnologies sont héritières des avancées scientifiques et techniques qui ont vu le jour depuis les années 1950 et se situent donc à la convergence de différents domaines scientifiques, elles remettent en cause également les relations qui existaient jusqu'à présent entre la place de la science, les avancées de la recherche, les retombées économiques et les impacts sur la société.

---

<sup>90</sup> Cf le tableau du chapitre 1.3 *Une définition par exclusion : une aide éventuelle à la délimitation de l'objet éthique ?* de ce travail.

**Figure 9 : Les nanotechnologies à la convergence de différents domaines scientifiques**



Les sociologues commencent à appréhender ce changement sociétal induit par l'émergence des nanotechnologies<sup>91</sup>. La techno-science a des retombées avant tout économiques que l'on ne peut évacuer de la réflexion éthique, en particulier dans une économie mondialisée régie par un système capitaliste et libéral au sein duquel la science est un outil de développement et de concurrence économique à la disposition des états pour conquérir des parts de marchés.

De plus, la constatation du changement de statut de la science a été faite aussi bien par les scientifiques que par les philosophes spécialisés en particulier en épistémologie (nous citerons en France : Etienne Klein, physicien, et Bernadette Bensaude-Vincent, historienne et philosophe des sciences<sup>92</sup>). Ce changement de statut revêt plusieurs

---

<sup>91</sup> Céline LAFONTAINE, *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*, op.cit.

<sup>92</sup> Etienne KLEIN, *Le small bang des nanotechnologies*, Paris, Odile Jacob sciences, coll. Penser la société, 2011.

Bernadette BENSAUDE-VINCENT, *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, Paris, La découverte, coll. Sciences et Société, 2009.

Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Isabelle STENGERS, *Histoire de la chimie*, Paris, La Découverte & Syros, coll. La découverte/poche sciences humaines et sociales, 2001.

aspects. Pour brosser un tableau à grands traits, disons qu'au début du vingtième siècle, durant la première et la seconde guerre mondiale, la science est une arme pour les Etats et contribue à leurs visées politiques expansionnistes respectives. Durant la première guerre mondiale, l'utilisation de *gaz moutarde* (ou *ypérite* utilisé pour la première fois à Ypres en Belgique le 11 juillet 1917 mais dont la première synthèse de ce produit fut effectuée en 1860 par Frederik Guthrie) signe le début de l'utilisation de produits chimiques pour anéantir l'adversaire. Le *zyklon B* (ou *acide cyanhydrique* qui était d'abord un insecticide issu des recherches de Fritz Haber) a été utilisé dans les camps de concentration dans le but de réaliser les objectifs de la solution finale qui sous-entend déjà les notions économiques de rentabilité et de performance. Les expériences des médecins nazis sur les détenus des camps de concentration avaient également pour but de faire « avancer » la science qui, de ce fait, s'est trouvée totalement instrumentalisée par une idéologie politique et largement discréditée. Le code de Nüremberg, adopté en 1947, vise à éviter qu'une telle horreur ne se reproduise et insiste sur la nécessité absolue de l'obtention du consentement du patient. Les comités d'éthique, en particulier ceux qui ont trait à la médecine, se réfèrent non seulement à ce code, mais aussi aux différents codes de déontologie médicale dans leur réflexion sur le respect de la personne humaine.

Des années 1950 à 1970, les états investissent dans la recherche selon une logique de compétition géopolitique, en particulier dans le programme spatial. La science reste sous tutelle militaro-industrielle en particulier aux Etats-Unis et en URSS, mais les scientifiques ne semblent pas avoir l'obligation à cette époque de devoir rendre des comptes aux contribuables ou aux citoyens. A partir des années 1970, on constate une réorientation de la recherche vers le civil et un appel à l'industrie privée pour financer en partie la recherche, en particulier au Japon et aux Etats-Unis. On s'oriente peu à peu vers une prédominance de l'aspect économique dans la politique de recherche, vers une course aux brevets (les universités américaines sont autorisées à déposer des brevets), vers une course à la publication des résultats dans les revues scientifiques américaines les plus prestigieuses telles que *Science* (revue généraliste sur les sciences), *Cell* (revue consacrée à la biologie cellulaire et moléculaire, à la neuroscience) ou *The Lancet* (revue spécialisée en médecine) et vers une « marchandisation » des résultats



scientifiques. Les Etats mettent sur pied des schémas de pilotage ou des programme-cadres qui aboutissent petit à petit à une perte de liberté de la recherche qui s'oriente peu ou prou vers des intérêts socio-économiques. Citons en ce qui concerne les nanotechnologies au niveau européen le 7<sup>e</sup> PCRD (Programme Cadre Recherche et Développement 2007-2013) qui se présente comme un schéma de financement de la recherche pour les sept années à venir depuis 2007<sup>93</sup>.

Le statut de la science a changé, en particulier elle a perdu son caractère *amoral* puisqu'elle est assujettie à l'économie. Elle n'est plus considérée comme légitime en elle-même, mais elle s'inscrit dans un processus téléologique : la science doit servir un but précis fixé par les Etats et elle est subordonnée à des objectifs sociaux, économiques, politiques et géostratégiques. Elle est de surcroît tributaire des enveloppes budgétaires étatiques ou privées dont elle bénéficie. Les nanotechnologies n'échappent pas à ce phénomène. Si bien que les scientifiques reconnaissent aujourd'hui que la définition même des nanotechnologies n'a cessé de s'élargir. Etienne Klein parle du brouillage progressif de la définition : « La nanotechnologie s'est transformée en "nanotechnologies" (au pluriel) un peu "fourre-tout", il faut bien le dire »<sup>94</sup>. Julie Dubois et François Rousseau font la même constatation, sans concession, de l'utilisation du terme « nano » comme un terme de promotion et un outil de marketing dans le but d'obtenir des budgets. Ainsi ils écrivent : « Et de fait dès l'origine, les "nanos" s'apparentent à une vaste opération de communication brillamment orchestrée par les conseillers scientifiques américains pour remettre les sciences de la matière au cœur des subventions gouvernementales. Etre ou ne pas être "nano", ce n'est donc pas une question conceptuelle, mais une question de stratégie ». Ils poursuivent un peu plus loin : « L'hypertrophie du concept de nanotechnologies est devenue inévitable lorsque ce terme acquiert au début des années 2000 un caractère d'instrument de politique scientifique publique »<sup>95</sup>. Enfin, ils affirment le fait suivant : « Mais il ne faut pas être dupe, ce n'est pas un effort de recherche exceptionnel qui est consenti, car les budgets globaux de recherche publics dans les pays développés n'augmentent pas en part de PIB [produit intérieur brut], tout comme le nombre de chercheurs. C'est bien une réorientation des thèmes de recherches des laboratoires qui est visée. Et comme le

---

<sup>93</sup> Décision 1982/2006/CE consultable sur le site Internet : <http://europa.ue>. Site de synthèse de la législation de l'Union Européenne (consulté le 27/01/2011).

<sup>94</sup> Etienne KLEIN, *Le small bang des nanotechnologies*, op. cit., p. 14.

<sup>95</sup> Julie DUBOIS, François ROUSSEAU, *Fascinantes nanotechnologies. Au-delà des grandes peurs, des grands doutes et des grands espoirs*, op. cit., p. 34.

concept de nanotechnologies n'avaient pas été défini clairement à l'avance dans ces politiques de recherches, un grand nombre de chercheurs des sciences de la matière ont tout simplement renommé leurs études en les étiquetant "nano" pour pouvoir prétendre à leur crédit de recherche »<sup>96</sup>.

Les nanotechnologies s'inscrivent dans cette logique économique au sein de laquelle la valeur dominante est la compétition géopolitique. Ce processus téléologique, dans lequel s'inscrit la science, se retrouve à tous les niveaux de l'économie de marché y compris dans l'élaboration même de la politique managériale de la plupart des entreprises appelée *management par objectifs* (management by objectives), concept théorisé par le théoricien américain du management Peter Drucker (1909-2005)<sup>97</sup>. Les investissements sont en constante progression et sont influencés par une « dictature de l'urgence » selon laquelle si un Etat n'investit pas au bon moment et de façon adéquate, il manquera le train de la croissance et du progrès et perdra du terrain stratégiquement. Il apparaît que la course aux nanotechnologies ait remplacé la course spatiale. Les investissements sont importants aux Etats-Unis, au sein de l'Union Européenne et en Russie. Ils ont un rôle d'effet d'annonce dans les discours politiques. Ainsi en Russie, le président Dmitri Medvedev (2009) formule des objectifs ambitieux dont la réalisation est parfois contestée par certains experts : il annonce un investissement de 318 milliards de roubles (7,2 milliards d'euros) en vue du développement du projet Rosnano, société publique dont le but est le développement des nanotechnologies en Russie. Le chiffre d'affaires des ventes de la nano-industrie russe est estimé à 900 milliards de roubles à l'horizon 2015. Les nanotechnologies deviennent *le nouvel instrument dans la stratégie de puissance de la Russie* titre un article du 7 octobre 2009<sup>98</sup>. Les nanotechnologies font ainsi l'objet d'un discours de la promesse que nous développerons plus amplement au chapitre 2.6.1.

Le statut de la science a changé également parce que le statut du chercheur et de l'expert a évolué dans un sens négatif. Ils ont perdu une partie de leur crédibilité pour des raisons historiques que nous venons de souligner brièvement, mais aussi à la suite de

---

<sup>96</sup> *Ibid*, p. 34-35.

<sup>97</sup> Management par objectifs (MPO) : « Processus selon lequel les managers et leurs collaborateurs fixent des objectifs de performance précis : les résultats sont régulièrement analysés et des récompenses sont attribuées en conséquence », Stephen Robbins, David DeCenzo, Philippe Gabillet, *Management. L'essentiel des concepts et des pratiques*, Paris, Pearson Education, 6e édition, p. 94.

<sup>98</sup> Article du 07.10.2009 sur le site Internet Rianovosti : *Les nanotechnologies : nouvel instrument dans la stratégie de puissance de la Russie* consultable sur le site <http://fr.rian.ru> (site Internet consulté le 27/01/2011).

plusieurs scandales sanitaires ou environnementaux dont nous ne mesurons pas encore toutes les conséquences. Citons la catastrophe nucléaire de Tchernobyl, le scandale du sang contaminé en France ou les effets délétères de l'amiante et, plus récemment, les retraits de certains médicaments après plusieurs années d'utilisation et ce, malgré le respect du long processus des essais cliniques et de l'autorisation de la mise sur le marché. Le dernier médicament concerné est le Mediator® et l'AFSSAPS (agence française de sécurité sanitaire des produits de santé) vient de publier le 31 janvier 2011 une liste de 79 médicaments sous surveillance<sup>99</sup>. Le chercheur et l'expert sont devenus « suspects » aux yeux du grand public qui cultive une position ambivalente vis-à-vis de la science et du progrès. Ce dernier perd pied dans la compréhension des avancées scientifiques, ce qui peut engendrer un sentiment de crainte et susciter une oreille bienveillante vis-à-vis des discours anxiogènes sur les risques scientifiques. En même temps, il existe souvent une véritable fascination pour les nouveautés technologiques issues de la recherche scientifique, en particulier dans le domaine du multimédia et de l'informatique, sur un mode, soulignons-le, particulièrement consumériste.

La notion de progrès est liée actuellement à la notion de nouveaux produits consommables destinés à faciliter la vie quotidienne et à accéder de plus en plus rapidement aux attentes ou aux désirs du consommateur. Elle est liée également à la notion de croissance économique. Cette liaison s'avère dangereuse et n'allant pas de soi depuis peu, d'une part, à cause de la crise économique de 2008 remettant en question le modèle économique du libéralisme et son système financier, et d'autre part, comme le souligne Etienne Klein<sup>100</sup>, en raison à long terme de la raréfactions des ressources naturelles et énergétiques et du déséquilibre écologique que le progrès engendre.

Le progrès et la science revêtent donc un caractère ambivalent, voire contradictoire, dans la compréhension qu'en a le grand public. Une nouvelle définition du progrès et de la science et de leur statut respectif dans notre société, une analyse des relations entre politique scientifique et politique économique sont des éléments supplémentaires à prendre en compte dans la réflexion éthique. La réflexion éthique concernant les nanotechnologies doit intégrer une attitude de discernement au niveau de la nature des différents discours sur les nanotechnologies. L'analyse doit éviter de tomber dans

---

<sup>99</sup> Liste des médicaments consultable sur le site Internet : [www.afssaps.fr](http://www.afssaps.fr) (site Internet consulté le 31/01/2011).

<sup>100</sup> Etienne KLEIN, *Le small bang des nanotechnologies*, op.cit., p. 101-102.

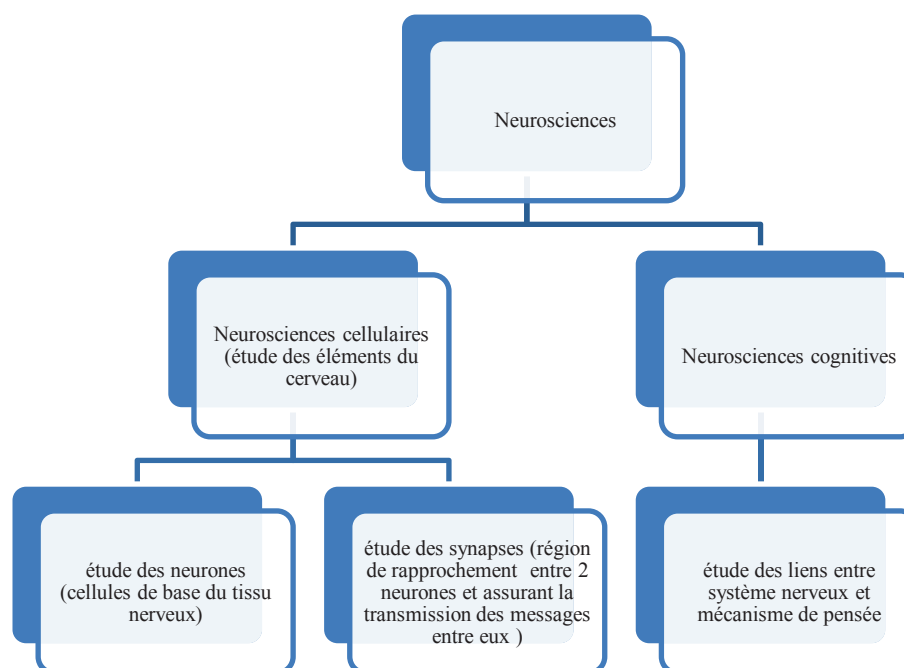
l'écueil de se positionner systématiquement par rapport à deux tendances, notamment en France, entre un discours technophile de la promesse (les nanotechnologies vont contribuer à résoudre nos problèmes) et un discours technophobe *néorousseauiste*, pour reprendre l'expression d'Etienne Klein<sup>101</sup>, qui affirme que tout ce qui est contre nature est à rejeter. Ce serait caricaturer les enjeux très complexes de l'émergence des nanotechnologies. La démarche de prendre en compte les difficultés dialogiques, qui attestent de cette difficulté d'analyse, reste donc pertinente.

### 2.5.2 Définition de la nature humaine remise en cause par les neurosciences

Le problème philosophique inhérent à l'éthique humaniste est de définir précisément ce qu'est l'être humain ou autrement dit la notion de « nature humaine », ce qu'est son intégrité et sa dignité. Nous souhaitons simplement attirer l'attention ici sur cet aspect éthique connexe aux nanotechnologies parce qu'il réapparaît dans le discours transhumaniste avec la problématique de l'*Human Enhancement*.

La notion de nature humaine est de surcroît remise en cause par les avancées de la neuroscience qui modifie notre perception du fonctionnement général du cerveau et de son interaction avec le psychisme. La neuro-éthique traite des problèmes éthiques liés aux neurosciences.

**Figure 10 : Champ de la neuroéthique**



<sup>101</sup> *Ibid*, p. 130.

En particulier, elle a à évaluer les avancées des neurosciences cognitives qui ont pour but d'identifier les liens entre le système nerveux et les mécanismes de pensée. Elle doit examiner également le problème de la recherche du fondement scientifique du comportement moral et analyser les questions suivantes : que signifie être une personne ? Qu'est-ce qu'avoir une conscience morale ? Dans quelle mesure l'homme est-il vraiment libre de ses choix et de ses agissements ? Quelle est la source de nos normes et de nos valeurs ?

Les champs de la neuro-éthique et de la nano-éthique se rejoignent, par exemple, dans la mise au point d'implants cérébraux qui pose les questions éthiques suivantes : quelles sont les limites d'action de la médecine sur le cerveau ? Les traitements agissent-ils uniquement sur une maladie donnée ou bien aussi sur la personnalité-même du patient ? Jusqu'où traiter les états mentaux et doit-on faire abstraction de la constitution psychique du patient ? Notre pensée est-elle constituée d'autres choses que des interactions produites par nos réseaux neuronaux ? A ce stade, la neuroscience qui pourra utiliser des implants dont la mise au point fera appel aux avancées des nanotechnologies, en particulier dans la miniaturisation des composants, posera à nouveaux frais le problème de situer la frontière entre nature et culture, entre inné et acquis, entre phénomènes purement biologiques et chimiques et phénomènes psychiques.

### 2.5.3 Ethique, morale et moralisme

Une dernière remarque est ici proposée pour clore les éclairages complémentaires à une éthique dialogique et proposer ensuite un nouveau modèle de réflexion éthique relatif aux nanotechnologies. La distinction entre éthique et morale est à préciser dans un premier temps.

Selon Paul Ricoeur, l'éthique relève de la vie bonne, des vertus, des pratiques : « L'éthique (...) c'est le mouvement même de la liberté qui cherche une vie bonne, dans la sollicitude envers autrui et dans un juste usage des institutions sociales »<sup>102</sup> alors que la morale renvoie au devoir et aux règles. Autrement dit, l'éthique tente d'établir des critères pour juger si une action est bonne ou mauvaise, pour juger les motifs et les

---

<sup>102</sup> Paul Ricoeur, *Soi-même comme un autre*, Paris, Seuil, 1990.

conséquences d'un choix ou d'un acte. Le problème majeur avec l'avancée rapide de la science et des nouvelles techniques c'est qu'il n'y a pas de réponse éthique préétablie face à une innovation<sup>103</sup>. Cet écueil est particulièrement aigu avec les nanotechnologies. L'élaboration d'une nano-éthique aura manifestement toujours un temps de retard par rapport à la mise au point de nouveaux produits utilisant les nanotechnologies. C'est la raison pour laquelle l'hypothèse de Marie-Geneviève Pinsart selon laquelle « une éthique générique n'est pas une approche d'accompagnement éthique du développement des nanos »<sup>104</sup> doit être nuancée. Ce temps de retard - qui se retrouve également dans l'élaboration de la bioéthique en général -, une fois constaté, doit inciter les éthiciens à imaginer un nouveau modèle de réflexion éthique.

Un premier temps consisterait en la nécessité de lister de la façon la plus exhaustive possible et sans *a priori* des problèmes ou des difficultés éthiques qu'une innovation nanotechnologique induit. A ce stade, la proposition du tableau élaboré par Marie-Geneviève Pinsart dans le cadre d'une éthique générique<sup>105</sup> est pertinente. Un deuxième temps serait consacrer à tenter de hiérarchiser ces problèmes : ils n'ont pas tous le même impact, ils ne relèvent pas tous des mêmes acteurs, ils n'interfèrent pas tous au même niveau sociétal. Le troisième temps serait dévolu à proposer un modèle de réflexion éthique qui ne pourrait qu'être provisoire et devrait être révisé régulièrement en fonction des avancées des nanotechnologies, des études d'impacts sur la santé et l'environnement mais également sur nos choix de société et sur notre vision du monde. Il faut souligner que l'étude des impacts est elle-même tributaire de la mise au point de nouveaux outils de mesure (métrologie) et de la collaboration des différentes disciplines de la recherche en sciences « dures » et en sciences humaines et sociales. Il s'agit donc d'un modèle évolutif susceptible d'être modifié dans le temps et qui tenterait de donner une place à peu près équivalente à la réflexion scientifique, à la réflexion en sciences humaines et à la réflexion économique-politique, ceci afin d'éviter la tentation du moralisme qui ne ferait que gripper les rouages de la réflexion éthique sur les nanotechnologies.

---

<sup>103</sup> Cf la notion d'éthique *par* les nanotechnologies de Vanessa Nurock, « Avons-nous vraiment besoin de " nano-éthique " ? » in : Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, *op cit.*, p. 113-126.

<sup>104</sup> Marie-Geneviève PINSART, « L'hétérogénéité des objets nanos : deux nouvelles méthodes pour activer une éthique générique » in : Céline KERMISCH, Marie-Geneviève PINSART (éds), *Les nanotechnologies : vers un changement d'éthique ? Nanotechnologies : towards a shift in the scale of ethics ?*, Bruxelles, Belgique, éditions E.M.E. & InterCommunications s.p.r.l., 2012, p.76.

<sup>105</sup> *Ibid*, p. 80.

Si on retient la définition du moralisme dans une intention polémique qui consisterait à y voir une pensée qui surévalue la dimension de la morale dans le sens d'une application de règles morales très strictes et difficilement révisables, alors effectivement une éthique « moraliste » empêcherait l'élaboration d'une pensée éthique sur les nanotechnologies qui obligent par leur développement à remettre toujours en question l'élaboration d'une nano-éthique pour suivre au plus près les avancées scientifiques. Ainsi il est nécessaire par exemple d'évaluer l'idée d'un moratoire total sur les nanotechnologies défendue par l'association écologique *Les amis de la terre*<sup>106</sup> qui affirme dans sa synthèse qu'« un moratoire sur la recherche et la commercialisation des nanotechnologies est la seule attitude raisonnable » eu égard à notre ignorance quasiment totale de l'impact et des effets des nanoparticules sur la santé humaine et l'environnement. Un moratoire total paraît malheureusement utopique dans la mesure où des produits issus des nanotechnologies sont déjà commercialisés et que les enjeux économiques sont si importants qu'il semble inenvisageable pour les Etats de revenir en arrière. Il resterait néanmoins la possibilité d'une réticence des consommateurs vis-à-vis de ces produits issus de la nanotechnologie, si tant est qu'ils soient informés par un étiquetage spécifique, voire la possibilité d'un refus de les consommer à l'instar de ce qui se passe en France vis-à-vis des produits contenant des OGM.

Cependant, l'idée d'un moratoire éventuellement temporaire ou partiel peut avoir un impact positif dans le sens où il réintroduit dans l'élaboration d'une pensée éthique sur les nanotechnologies la notion de temps : on pourrait ainsi envisager l'articulation du principe de précaution à un moratoire *temporaire* qui laisse le temps aux chercheurs de trouver des solutions pour mesurer l'impact des nanotechnologies et aux éthiciens d'élaborer et de poser les bases d'une nano-éthique. La réintroduction du facteur temps apparaît comme une gageure car elle semble au premier abord très difficile à envisager au regard de la vitesse de développement des innovations en matière de nanotechnologies, de la compétition économique et des politiques de développement des Etats. Cependant, cette vitesse de développement et les immenses espoirs soulevés par l'avènement des nanotechnologies commencent à se heurter à certaines limites techniques. L'imagination prospective a peut-être été poussée un peu loin dans le but inavoué de l'obtention de financements publics ou privés des recherches et les chercheurs se heurtent à des difficultés insoupçonnées ou du moins minimisées quant à

---

<sup>106</sup> Les Amis de la Terre, *Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies*, pour le débat public sur les nanotechnologies, octobre 2009.



la manipulation concrète et effective de la matière à l'échelle nanométrique<sup>107</sup>. Entre les promesses et la réalité, entre la science et la science-fiction, un gouffre existe. Cet état de fait a pour conséquence de laisser un peu de temps à la réflexion éthique sur le développement des nanotechnologies et à la mise sur pied de normes. Ainsi il nous semble possible de proposer un modèle (non exhaustif et perfectible) de réflexion éthique qui tienne compte de ce facteur temps.

## 2.6 Proposition d'un modèle de réflexion éthique avec une dimension temporelle.

Le but de cette proposition de modèle est d'avoir un outil de réflexion éthique qui permette d'articuler les enjeux éthiques des nanotechnologies avec la prise en compte du facteur temps. Il s'agit d'un outil et non pas d'une réponse définitive car il est bien évident qu'il ne peut y avoir de réponse éthique toute faite face à une nouvelle technologie.

De surcroît, les « vérités » scientifiques sont elles-mêmes relatives dans le sens où elles sont incomplètes et sont susceptibles d'évoluer au cours du temps. Si nous nous plaçons d'un point de vue épistémologique, la science n'est pas donnée d'avance. La construction d'une « vérité » ou d'une théorie scientifique est progressive et est susceptible d'être remplacée au fur et à mesure de nouvelles découvertes. On passe de paradigmes en paradigmes selon la pensée de Thomas Kuhn<sup>108</sup> et ces paradigmes sont le reflet d'un consensus entre scientifiques à un moment donné de l'histoire et contiennent un ensemble de théories qui ont des liens entre elles. Le passage d'un paradigme à un autre ouvre une période de rupture pendant laquelle la légitimité des résultats scientifiques et la légitimité des théories admises sont réinterrogées et remises en question. Ce passage remet en cause les énoncés d'observation et constitue donc une révolution scientifique.

La compréhension des prémices d'une éventuelle révolution scientifique et, par conséquent, ses conséquences sur notre représentation du monde s'inscrit, selon Erwin Schrödinger<sup>109</sup>, sur une durée d'une cinquantaine d'années. Il évalue le décalage temporel entre la conception des savants et des chercheurs et la compréhension du grand public concernant la physique quantique à ce laps de temps. Il envisage également un

---

<sup>107</sup> Céline LAFONTAINE, *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*, op. cit., p. 49-52.

<sup>108</sup> Thomas S. KUHN, *La structure des révolutions scientifiques*, op.cit.

<sup>109</sup> Erwin SCHRÖDINGER, *Physique quantique et représentation du monde*, Paris, Seuil, coll. Points Sciences, 1992, p. 30-31.



décalage supplémentaire de cinquante années entre la compréhension d'un public « cultivé » et la prise de conscience du véritable changement qu'induit la physique quantique sur la représentation et la compréhension du monde. Ce changement de représentation du monde s'inscrit sur environ un siècle. Il consiste en la découverte que la matière cesse d'être immédiatement compréhensible : « (...) la matière a cessé d'être cette chose simple, palpable, résistante, qui se meut dans l'espace, dont on peut suivre la trajectoire, dont chaque partie peut être suivie dans son propre mouvement – telle enfin que l'on peut énoncer des lois précises qui en régissent le mouvement »<sup>110</sup>. L'élaboration d'une réflexion éthique sur les nanotechnologies se verra ainsi modifiée au fur et à mesure que le public de scientifiques puis le grand public appréhenderont les conséquences de la physique quantique. Cette nouvelle compréhension se situe à deux niveaux : premièrement, à long terme et de façon universelle, au niveau de notre vision du monde et de notre compréhension de la matière comme précédemment évoqué ; deuxièmement, à court et moyen terme et de façon particulière, au niveau de la fabrication et de l'utilisation des objets issues des nanotechnologies. A ce stade entre en jeu l'aspect économique dans la réflexion éthique.

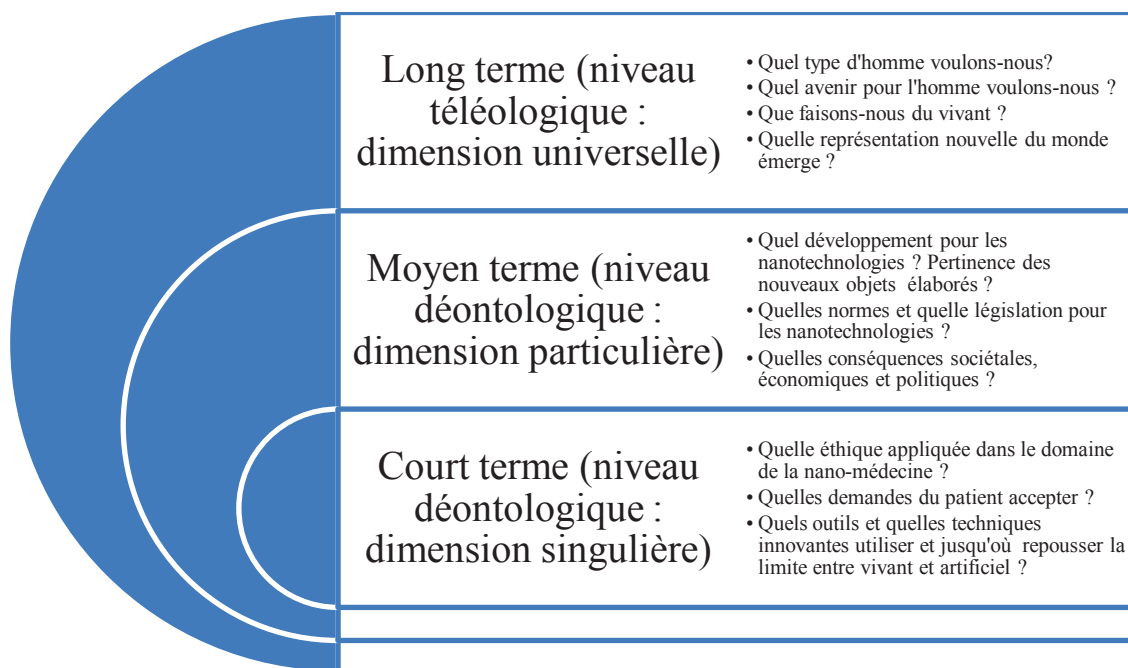
Il va être nécessaire de prendre en compte la conception utilitariste à laquelle est confrontée la science. Cette conception utilitariste est fortement liée à la logique économique. La relation qui existe entre la science, l'économie et la politique est incontournable : la poursuite d'une recherche est liée aux financements publics décidés par un ministère ou bien liée à des financements privés, en particulier aux Etats Unis. Notons enfin que malheureusement la recherche peut être valorisée davantage par des arguments économiques et sociologiques que par des arguments scientifiques. La réflexion éthique doit inclure dans son analyse cette nouvelle place assez problématique de la science dans notre société contemporaine. La prise en compte du facteur temps peut s'avérer délicate dans le contexte actuel de l'émergence des nanotechnologies en particulier au regard de la logique techno-scientifique, de la logique économique et politique. En effet, une distorsion existe entre une réflexion éthique qui nécessite du temps et une logique économique qui se situe dans l'urgence et obéit à des impératifs de rentabilité et de concurrence. Le rôle de l'éthicien est de résister autant que faire se peut à cette spirale de l'urgence dont se nourrit le discours économique et par laquelle il tente

---

<sup>110</sup> *Ibid*, p. 33.

de se justifier. Le facteur temps nous semble donc indispensable à l'élaboration d'une nano-éthique responsable.

**Figure 11 : Le facteur temps dans l'élaboration d'une nano-éthique**



### 2.6.1 Le temps et le discours de la promesse

L'analyse du discours des scientifiques est éclairant car il présente le temps ou plutôt le cours des événements à la fois comme inéluctable, pérenne ou futuriste, ce qui peut paraître contradictoire au premier abord. Trois axes peuvent être dégagés : l'un consiste en la relativisation des lois physiques, en particulier de la loi empirique dite *loi de Moore* ; le second consiste en la banalisation du caractère nouveau des nanotechnologies ; le troisième consiste en un discours aux connotations scientistes (dans le sens où la science est présentée principalement comme une série de découvertes qui tendent vers la libération de l'homme), voire « prophétiques ».

L'utilisation argumentative de la loi de Moore, loi selon laquelle le nombre de transistors des microprocesseurs sur une puce de silicium double tous les deux ans et entraîne la miniaturisation croissante des composants électroniques à la source du développement sans précédent de l'informatique et des systèmes d'information et de communication, présente les nanotechnologies comme un phénomène inéluctable dans l'histoire du développement de la science. Cette loi a été utilisée comme une « prophétie

autoréalisatrice »<sup>111</sup> dans l'argumentaire de rapports officiels sur les nanosciences et les nanotechnologies, en particulier avant les années 2000. Puis son utilisation semble s'estomper car le rythme de miniaturisation des composants ne semble pas pouvoir se réaliser aussi rapidement et se heurte à des difficultés liées à la physique des solides à l'échelle nanométrique. Dans le chapitre I du rapport du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la recherche du mois de mai 2005<sup>112</sup> intitulé *Nanophysique. Du composant au système* rédigé par Patrice Hesto, la loi de Moore est décrite ainsi : « Cette loi permet des extrapolations pour les années futures et on prévoit des systèmes avec 1000 milliards de transistors vers les années 2030-2040 ayant chacun une dimension inférieure à 10 nm ».

A l'évidence, une démarche épistémologique est indispensable pour resituer les nanotechnologies. Il faut bien comprendre, d'une part, qu'elles sont le fruit de l'avancée des recherches dans de nombreux domaines tels que la physique, la chimie, l'électronique, l'imagerie médicale, mais d'autre part, que la notion de convergence ne doit pas être minimisée ou présentée comme allant de soi dans le déroulement du temps. Autrement dit, il faut rester attentif dans les discours sur les nanotechnologies à cette « fausse humilité » préoccupante selon l'expression de Jean-Pierre Dupuy qui « consiste à nier que l'on a fait quelque chose d'extraordinaire, quelque chose qui échappe au *business as usual* de la science normale »<sup>113</sup>.

La banalisation du caractère nouveau des nanotechnologies se retrouve dans le discours de présentation des phénomènes quantiques et des nanoparticules et induit pour le coup un effacement de la notion de temps. La banalisation des phénomènes quantiques consiste à attirer par exemple l'attention sur le fait que les artisans de Murano près de Venise utilisaient déjà au XVI<sup>e</sup> siècle, sans le savoir, ces phénomènes pour obtenir la couleur rubis de certains flacons et vases en ajoutant de l'or ou du cuivre, la taille nanométrique des particules d'or ou de cuivre provoquant cette coloration rouge du

---

<sup>111</sup> Selon l'expression utilisée par Jean Caune dans son article « Les discours sur les nanos : construction d'une nouvelle science et/ou controverses sur le progrès ? », *Revue QUADERNI, la revue de la communication, La fabrique des nanotechnologies*, Paris, Editions Sapientia, Maison des sciences de l'homme Paris, N° 61 – Automne 2006, p. 31.

<sup>112</sup> Rapport du Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, Ministère délégué à la recherche. Mission Scientifique Technique et Pédagogique. *Nanosciences et nanotechnologies. Une réflexion prospective*, Mai 2005. Consultable et téléchargeable sur le site : [www2.enseignementsup-recherche.gouv.fr/mstp/actualite.htm](http://www2.enseignementsup-recherche.gouv.fr/mstp/actualite.htm).

<sup>113</sup> Jean-Pierre DUPUY, « Libre opinion. La nanoéthique existe-t-elle ? », *Les cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique pour les sciences de la vie et de la santé*, N° 52 juillet-septembre 2007, p. 41-44.

verre. Un autre discours sur les nanoparticules les présente comme « ayant toujours existées » et comme appartenant à part entière à la nature puisqu'elles sont présentes à l'échelle de l'univers dans les espaces interplanétaires et interstellaires, dans l'atmosphère terrestre par le volcanisme, les incendies, l'érosion et de façon artificielle par les rejets industriels ou les rejets des pots d'échappement des véhicules. C'est ainsi que les nanoparticules sont présentées dans l'ouvrage de vulgarisation du CNRS<sup>114</sup>. L'effacement de la notion de temps induit une banalisation des effets toxiques des nanoparticules. La préoccupation éthique serait alors vaine puisque l'homme en inhale tous les jours. Cependant, malgré ce discours lénifiant qui date de 2006 pour l'ouvrage précité, la préoccupation de la toxicité des nanoparticules est aujourd'hui au centre de la réflexion éthique actuelle en lien sans aucun doute avec le scandale de l'amiante et les préoccupations croissantes d'ordre écologique. Il est à noter que l'écologie pourrait bien aider dans une certaine mesure à l'élaboration d'une nano-éthique : des liens entre une nano-éthique et une éthique environnementale sont possibles.

Le discours aux connotations scientistes, quant à lui, suppose des éléments futuristes et spéculatifs qui projettent l'homme dans un avenir idéalisé où la frontière entre science et science-fiction devient ténue. Le récit de science fiction a contribué à la vulgarisation des nanotechnologies auprès du grand public et l'on cite souvent les deux ouvrages suivants : *Engins de création* d'Eric K. Drexler et *La Proie* de Michael Crichton<sup>115</sup>, tous deux scientifiques et chercheurs nord américains. Dans ces deux ouvrages cohabitent une heuristique de la peur et une fascination des possibilités incroyables des nanotechnologies. Il apparaît que les nanotechnologies réutilisent la vieille recette des romans de science fiction relative à la conquête spatiale, à l'exploration de l'univers et à l'éventualité d'une vie extra-terrestre qui mêle espoir et crainte, maîtrise de l'homme sur ses avancées techniques et peur d'une perte de contrôle, paradis terrestre dans lequel l'homme vivrait mieux et plus longtemps et enfer, fruit d'une catastrophe technologique et écologique majeure. L'aspect positif des nanotechnologies est sous tendu par un discours à connotation scientiste aux accents futuristes. Bien que le discours scientiste en vogue au XIXe siècle et au début du XXe siècle présentant la science comme

---

<sup>114</sup> Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, op. cit., Le verre nanostructuré p. 36-37 et Les nanoparticules, une vieille histoire, p. 34-35.

<sup>115</sup> Eric K. Drexler, *Engines of creation : The Coming Era of Nanotechnology*, Anchor Books, New York, 1986 ; trad. fr. *Engins de création. L'avènement des nanotechnologies*, Paris, Vuibert, coll. Machinations, 2005.

Michael Crichton, *Prey*, Avon Publisher, New York, 2002 ; trad. fr. *La Proie*, Paris, Robert Laffont, 2003.

solution à tous les problèmes de l'humanité, soit tombé en désuétude et que le scientifique soit regardé avec plus ou moins de méfiance et de suspicion - en particulier depuis la mise au point et l'utilisation de la bombe atomique -, il n'en reste pas moins qu'une connotation scientiste persiste. Ainsi dans le discours sur les avancées de la génétique, on nourrit l'espoir, après avoir décodé le génome humain, de pouvoir soigner la plupart des maladies génétiques. Dans le discours sur les nanotechnologies appliquées à la médecine, on a espoir de réparer voire d'améliorer le corps humain et de repousser les effets du vieillissement. Selon l'analyse de Bernadette Bensauode-Vincent sur le débat public français au sujet des nanotechnologies, la nanomédecine serait ainsi utilisée comme un cheval de Troie dans le but de l'acceptabilité civile des nanotechnologies suivant la logique bénéfice /risque<sup>116</sup>.

L'acceptabilité est un objectif du discours scientifique et le discours de vulgarisation scientifique auprès du public est à analyser par les éthiciens car il est la conséquence d'une prise de conscience des scientifiques. Après la réticence, tout du moins en France, du consommateur envers les organismes génétiquement modifiés (OGM), le discours scientifique se doit d'être un outil de communication pour éviter ce même rejet vis-à-vis des produits issus de la nanotechnologie. L'analyse du discours doit permettre de saisir les enjeux : le discours vise-t-il une vulgarisation sans arrière pensée et sert-il à la réflexion sociale et éthique ? Ou bien vise-t-il une politique d'acceptabilité par le consommateur et devient-il alors un outil de marketing ? Ainsi le chercheur américain Ted Sargent affirme « qu'une large communication des nouvelles idées scientifiques est d'autant plus importante que les progrès des nanotechnologies s'abreuvent à de multiples sources. (...) Si les chercheurs s'expriment dès le début sur leurs nouveaux concepts, les philosophes, les experts en éthique, les décideurs peuvent, parmi d'autres, anticiper les risques et les bénéfices des progrès scientifiques, qu'ils soient intellectuels, moraux ou sociétaux. Et ils pourront alors passer à l'action avant qu'une avalanche de possibilités n'engendre la peur »<sup>117</sup>. Cette nouvelle politique de communication de la part de scientifiques est certes la bienvenue car les nanotechnologies vont avoir des conséquences dans tous les domaines de la vie quotidienne du citoyen et ce dernier aura son mot à dire dans toute démocratie digne de ce nom. En France, le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) fait preuve d'un effort de vulgarisation de ses

---

<sup>116</sup> Débat public sur les nanotechnologies organisé par la CNDP (Commission Particulière du Débat Public) qui s'est tenu dans différentes villes de France du 15 octobre 2009 au 24 février 2010.

<sup>117</sup> Ted Sargent, *Bienvenue dans le nanomonde*, op. cit., p. 164-165.

recherches par l'édition de dossiers de presse destinés au grand public<sup>118</sup> et le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) publie également une collection d'ouvrages de vulgarisation<sup>119</sup>. Cependant, il conviendrait d'analyser le contenu de ce nouveau discours scientifique qui vise à rassurer le public par une politique de communication ciblée et soigneusement élaborée. Les véritables motivations sont-elles d'informer simplement le public non spécialiste, ou bien de désamorcer les réticences et les peurs, ou encore de rassurer et d'éliminer les entraves de l'opinion envers les nanotechnologies ? Le rôle de ces publications est-il de faire la publicité des recherches et des avancées technologiques de ces organismes, ou bien d'être un outil pour le gouvernement dans l'objectif de l'acceptabilité des nanotechnologies, ou encore d'être un outil de marketing en vue des retombées économiques pour l'industrie ?

Le discours sur les nanotechnologies est loin d'être simple et joue donc sur plusieurs registres contradictoires : relativisation, banalisation, discours scientiste aux accents futuristes et prophétiques. Il concourt donc soit à l'idée du caractère inéluctable des nanotechnologies dans l'histoire des sciences, soit à un effacement de la notion du temps, soit à une fuite en avant dans un futur hypothétique voire imaginaire. C'est la raison pour laquelle le maintien d'une articulation entre le temps (court, moyen et long terme) et la réflexion éthique semble indispensable. D'autant plus que la réflexion éthique est confrontée également à une autre approche du temps, celle de l'impératif économique sous tendu lui aussi par un discours de la promesse.

### **2.6.2 Interférence entre l'élaboration de normes éthiques, la logique économique et la stratégie politique.**

Face à l'incertitude des conséquences du développement des nanotechnologies, en particulier les effets des nanoparticules sur les êtres humains et l'environnement, l'idée d'un moratoire a été émise à plusieurs reprises lors du débat public sur les

---

<sup>118</sup> CEA, Dossier de Presse, 12 juin 2007, *Nanobiotechnologies - Nanomédecine : Quels espoirs, quelles limites ?* sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CEA, Dossier de Presse, Voyage de presse CEA Grenoble - Mercredi 5 novembre 2008, « Nanosafe ». *Recherches dans les domaines de la production et de l'utilisation sécurisée des nanomatériaux ; Applications aux nouvelles technologies de l'énergie*, sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CEA, Dossier de Presse, février 2008, *Les effets des nanoparticules sur la santé et l'environnement*, sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CEA, Dossier de Presse, novembre 2008, *Sécurité des nanomatériaux et applications aux nouvelles technologies de l'énergie*, sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

<sup>119</sup> CNRS EDITIONS, collection Nature des sciences, 15 rue Malebranche, 75005 PARIS : MORET Roger, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, Paris, CNRS éditions, Centre de vulgarisation de la Connaissance, coll. Nature des sciences, 2006.

nanotechnologies qui s'est tenu en France du 15 octobre 2009 au 24 février 2010<sup>120</sup>. Un moratoire serait un moyen appréciable de laisser le temps aux experts en toxicologie et aux éthiciens d'élaborer une réflexion sur les nanotechnologies, mais cette hypothèse semble incompatible avec la logique économique. Après la course spatiale qui a drainé des budgets considérables particulièrement aux Etats Unis, en ex-URSS et en Europe, la « course nano » a pris le relais dans la logique économique mondiale. Un sentiment d'urgence teinte cette logique, quitte à prendre des décisions dans la précipitation de peur d'être distancé par les pays concurrents et de devenir hors course (*outsider* pour utiliser le mot anglais dans le champ lexical du sport et de la compétition).

En restant uniquement concentré sur les applications des nanotechnologies à la médecine, force est de constater qu'un discours de la promesse est opérant également sur les études économiques prospectives.

Si nous effectuons une analyse détaillée du rapport du LEEM (Les entreprises du médicament) publié en mars 2009<sup>121</sup>, les titres et les encadrés choisis se révèlent être des exemples concrets de ce type de discours. Citons quelques phrases dont nous soulignons les termes significatifs : « Dès les années 60, l'importance des nanotechnologies était *anticipée* » (titre p. 10) ; « Au même titre que l'automobile au début du 20<sup>ème</sup> siècle, les nanotechnologies *pourraient être* la prochaine *évolution industrielle* » (encadré p. 11) ; « Les nanomatériaux en santé et en cosmétique restent un *challenge brevetaire important* bien que l'espace concurrentiel soit peu occupé » (titre p. 40) ; « L'ensemble des applications des nanotechnologies *pourraient représenter une opportunité* proche de 3000 milliards USD *d'ici 2015* » (titre p. 48) ; « *Selon certaines estimations*, le marché mondial des applications des nanotechnologies à la médecine *devrait atteindre* 170 milliards de dollars en 2015 » (titre p. 50) ; « Les produits issus des applications des nanotechnologies à la médecine sont porteurs *d'une forte valeur ajoutée* et ne sont qu'*aux premiers stades de leur développement* » (encadré p. 52). L'utilisation de verbes au mode conditionnel (*pourraient, devrait*) et le choix d'un vocabulaire relevant du registre de l'avenir (*anticipée, évolution industrielle, opportunité, estimations, développement*) contribuent à l'élaboration de ce discours de

---

<sup>120</sup> Documents et comptes rendus des débats accessibles sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org), site Internet de la commission particulière du débat public Nanotechnologies (CNDP) lors du déroulement du débat public. L'adresse du site n'existe plus en 2014. Il faut aujourd'hui se référer au site : [www.debatpublic.fr](http://www.debatpublic.fr) beaucoup moins riche en documentation.

<sup>121</sup> Etude du LEEM (Les Entreprises du Médicament) *Applications des nanotechnologies à la médecine. Etude sur la compétitivité et l'attractivité de la France. Horizon 2025*, mars 2009. Etude téléchargeable sur les sites [www.leem.org](http://www.leem.org) et [www.leem-recherche.org](http://www.leem-recherche.org).



la promesse dans le discours économique à visée marketing des nanotechnologies. Ce discours est étayé dans ce document de nombreux schémas et graphiques à la logique évolutive utilisant des flèches chronologiques qui vont du passé vers le futur et des graphiques avec des courbes ascendantes qui illustrent la croissance constante et inéluctable du développement des nanotechnologies dans le domaine de la thérapie et du médicament.

La pensée prospective fait partie de l'élaboration de la stratégie économique et des perspectives de développement d'un pays ou d'un groupe de pays et elle influe sur la planification des efforts financiers que consacrent les états à tel ou tel type d'activité. Ainsi l'Union européenne dans le cadre de son 7<sup>e</sup> PCRD (Programme-Cadre de Recherche et Développement) pour les années 2007-2013 octroie 32 413 millions d'euros pour le programme « coopération » dont 3475 millions d'euros pour le thème « nanosciences, nanotechnologies, matériaux et nouvelles techniques de production »<sup>122</sup>. La valeur fondamentale des nanotechnologies est alors la compétition économique et géopolitique entre grandes puissances. Elles sont d'ailleurs présentées comme telles dans de nombreuses études ou analyses, ainsi Nathalie Kosciusko-Morizet alors secrétaire d'Etat chargée de l'écologie auprès du ministre de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire commence sa contribution en ces termes : « Pour l'économie française, et plus largement pour l'économie européenne, il s'agit d'un secteur clé dans la compétition mondiale pour l'économie de la connaissance et de l'innovation »<sup>123</sup>.

Dans cette perspective, la science et la recherche qui la sous-tend, ont-elles encore leur propre légitimité ? Les sommes considérables dévolues au développement des nanotechnologies impliquent pour les Etats concernés que la science ait un but précis et que la recherche débouche sur des résultats exploitables et rentables. La recherche entre alors dans un processus téléologique et devient subordonnée à des objectifs économiques et sociaux dans le sens où une de ses obligations est d'être créatrice de

---

<sup>122</sup> Décision du Conseil du 19 décembre 2006 relative au programme spécifique « Coopération » mettant en œuvre le septième programme-cadre de la Communauté européenne pour des activités de recherche, de développement technologique et de démonstration (2007-2013) 2006/971/CE, nanosciences, nanotechnologies, matériaux et nouvelles techniques de production p. 68-76 et annexe II p. 142, téléchargeable en suivant le lien : <http://eur-lex.europa.eu>.

<sup>123</sup> Nathalie Kosciusko-Morizet, « Nanomatériaux et nanotechnologies : développer les connaissances et partager le savoir pour prévenir les risques », *Dossier Nanotechnologies : science et conscience, La Revue de la Fondation pour l'innovation politique, Deux mille cinquante 2050*, Paris, Presse Universitaire de France PUF, N° 7 avril 2008, p. 15.



richesses et d'emplois. Les rapports entre la science et la société évoluent avec les nanotechnologies : les résultats de la recherche doivent induire un retour sur investissement pour les Etats concernés et doivent concourir à gagner la course « nano », ou tout du moins ils doivent permettre de ne pas rater le prochain train de la croissance et du développement économique. Le fait que, non seulement des fonds publics débloqués par les Etats, mais aussi des fonds privés émanant de l'industrie – en particulier au Japon et aux Etats Unis – soient injectés dans la recherche sur les nanotechnologies, a pour conséquence une « marchandisation » des résultats scientifiques et une course au dépôt de brevets. La réflexion éthique sur les nanotechnologies ne peut pas faire l'économie d'une réflexion sur ce processus téléologique qui atteint la recherche et la science. Une des questions à poser est celle de savoir si la place de la science dans notre société est encore en train d'évoluer et peut-être pas à son avantage. Glisse-t-elle en effet vers une orientation régie principalement par des intérêts socio-économiques, vers une société où les nanotechnologies seront le nouvel eldorado au détriment d'intérêts humains et environnementaux ? La réflexion éthique doit donc prendre en compte aussi l'aspect économique-politique et s'articuler selon les trois niveaux temporels envisagés dans le schéma : court, moyen et long terme (cf Figure 11).

### 2.6.3 Trois niveaux temporels en interaction

Les trois niveaux du tableau proposé ci-dessus ne sont pas étanches et les trois unités temporelles vont être en interaction dans la réflexion éthique. En ce sens, les décisions prises dans le court terme, qui relèveraient d'une éthique appliquée, auront une influence sur la mise au point de normes et d'une législation spécifique et feront bouger à moyen terme les lignes quant aux conséquences sociétales et à l'évolution des mœurs. De même, la révision d'une loi ou d'une norme aura des conséquences à long terme sur notre vision de l'homme et de son avenir.

Pour illustrer le propos, nous prendrons un exemple récent dans le domaine de la bioéthique. La mise au point de nouvelles techniques de procréation médicalement assistée (la fécondation *in vitro* ou FIV en particulier) et leur application étendue à des femmes qui n'ont plus ou pas d'utérus crée la nécessité de recourir à une mère porteuse. Cet état de fait induit une nouvelle réflexion éthique et éventuellement une révision de la loi de bioéthique comme se fut le cas récemment en France (2011). Cette éventualité n'a pas été retenue par le législateur français ce qui, *a priori*, n'a pas de conséquence

sur notre vision de la procréation et de la filiation. Cependant, si cette éventualité du recours à la mère porteuse avait été retenue, comme c'est le cas dans d'autres pays notamment les Etats Unis, notre vision de la procréation et de la filiation en eût été transformée à long terme.

Le constat est donc le suivant : une découverte scientifique ou une nouvelle possibilité technique (court terme : dimension singulière) qui en découle oblige à une nouvelle réflexion sur les normes et les lois (moyen terme : dimension particulière). Cette éventuelle révision des normes et des lois a pour conséquence la modification de notre vision du monde (long terme : dimension universelle). Une situation concrète, qui relève de l'éthique appliquée, va donc avoir un rapport d'interaction avec l'éthique théorique puisqu'il faudra choisir quelle théorie morale viendra à la rescousse de ce nouveau problème éthique à résoudre. Elle aura des conséquences sur l'éthique normative puisqu'il faudra savoir ce qu'il sera éthique de faire face à ce nouveau problème. Enfin, elle aura peut-être une influence sur la méta-éthique dans le sens où elle pourra interférer dans la relation entre les jugements moraux et d'autres formes de jugement ou de considération. Les champs éthiques ne sont donc pas étanches non plus.

Cette direction qui va de l'éthique appliquée vers l'éthique normative et la méta-éthique dessine une éthique *par* les nanotechnologies pour reprendre l'expression forgée par Vanessa Nurock<sup>124</sup>. La direction inverse de la méta-éthique vers l'éthique normative et l'éthique appliquée est aussi à prendre en considération : soit un mouvement du long terme vers le moyen et le court terme, c'est-à-dire une éthique *pour* les nanotechnologies.

Cette association entre une éthique *par* les nanotechnologies et une éthique *pour* les nanotechnologies s'avère-t-elle pertinente et suffisante - même si le facteur temps est ajouté - pour une nano-éthique appliquée à la médecine ? Plusieurs questions surgissent : suffit-il en effet dans le champ particulier de la nano-médecine d'élaborer une éthique appliquée au cas par cas en fonction des avancées techniques et de la pathologie à soigner en tenant compte uniquement de la logique bénéfice/risque ? Suffit-il de rattacher une nano-éthique spécifique à la médecine aux lois actuelles françaises de bioéthique avec une révision régulière en fonction des avancées de la science et de la technique et en fonction de l'évolution de la société ? Il s'agirait alors

---

<sup>124</sup> Vanessa NUROCK, « Avons-nous vraiment besoin de " nano-éthique " ? » in : Bernadette BENSUADE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, op cit., p. 113-126.

d'une éthique normative. Ou bien, dans le cadre d'une méta-éthique, doit-on articuler un questionnement courageux sur l'avenir que nous voulons pour l'humain en ayant bien conscience que les réponses apportées s'inscrivent dans une culture donnée et une tradition philosophique précise ? Le chapitre suivant va donc s'intéresser tout particulièrement aux problèmes éthiques des nanotechnologies appliquées à la médecine.

## **Chapitre II : Problèmes éthiques posés par les nanotechnologies en médecine**

### **1. La toxicité des nanoparticules et son évaluation**

Les effets des nanoparticules sur l'environnement et sur les êtres vivants et la difficulté d'évaluer leur toxicité est actuellement au cœur de la réflexion éthique contemporaine concernant les nanotechnologies.

A nouveau, nous sommes en présence de plusieurs niveaux de discours sur les nanoparticules. D'une part, un discours de banalisation des effets des nanoparticules sur l'environnement et sur les êtres vivants accompagné d'un effacement du temps comme nous l'avons analysé au chapitre précédent (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2, § 2.5.1). En particulier dans l'ouvrage de vulgarisation destiné au grand public du CNRS<sup>125</sup> en 2006, les nanoparticules sont présentes à l'état naturel dans l'atmosphère depuis toujours, ou bien, les verriers de Venise utilisaient les effets quantiques des nanoparticules sans le savoir pour obtenir la couleur rouge de leur flacon. Tels sont les arguments avancés, certes historiquement et scientifiquement justes, mais qui n'en n'effacent pas pour autant l'aspect nocif potentiel.

Cependant en 2006 également, la prise de conscience de la complexité du problème de la toxicité des nanomatériaux sur la santé humaine et sur l'environnement se matérialise en France par l'élaboration de la synthèse de l'AFSSET<sup>126</sup>. Puis, en 2008,

---

<sup>125</sup> Roger MORET, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, op. cit., p. 34-37.

<sup>126</sup> AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), Rapport : *Les nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement*, juillet 2006.

l'AFSSAPS<sup>127</sup> publie des recommandations dans le domaine médical sur l'évaluation toxicologique des médicaments sous forme nanoparticulaire.

A l'issue de la conférence intitulée *Gouverner l'incertitude* des 6 et 7 juillet 2009 organisée à Paris par l'AFSSET et le Réseau Risque et Société (R2S), des contributions et des réflexions des sciences sociales sur l'incertitude des effets des nanomatériaux et sur leur toxicité<sup>128</sup> sont publiées.

### 1.1 Le constat des incertitudes en la matière

Une des caractéristiques majeures en matière de toxicologie relative aux nanomatériaux est la petite quantité de données disponibles et l'incertitude des effets sur l'homme suite à une exposition à ces nouveaux produits manufacturés recelant des nanoparticules.

Les études toxicologiques doivent tenir compte de plusieurs paramètres : premièrement, la nature et la durée de l'exposition. Cette exposition peut être sous forme d'inhalation, de contact cutané (les cosmétiques avec le dioxyde de titane dans les filtres des crèmes solaires), sous forme d'ingestion, sous forme d'introduction dans le corps humain (vectorisation des médicaments).

Deuxièmement, il faudra mesurer la sensibilité spécifique de l'organisme exposé comme par exemple : la tolérance à l'introduction d'un corps étranger, la réaction du système immunitaire, les interactions avec les composants biologiques, une susceptibilité allergique individuelle, le devenir des nanocapsules ou des nanovecteurs dans l'organisme puis leur mode d'élimination.

Troisièmement, les propriétés physico-chimiques spécifiques des nanoparticules sont à envisager en tenant compte des effets quantiques caractéristiques à l'échelle du nanomètre qui sont liés à la taille, à la surface et à la réactivité, à la forme, à la solubilité, à la composition chimique, au nombre des particules sous forme d'agrégats ou d'agglomérats. Le défi est immense car le nombre de paramètres à prendre en compte est important et complexifie d'autant les études et les mesures. Les experts en

---

<sup>127</sup> AFSSAPS (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé), *Recommandations relatives à l'évaluation toxicologique des médicaments sous forme nanoparticulaire*, Paris, septembre 2008, téléchargeable sur le site Internet [www.afssaps.fr](http://www.afssaps.fr), onglet "produits de santé".

<sup>128</sup> AFSSET, Conférence du 6 et 7 juillet 2009, *Gouverner l'incertitude : les apports des sciences sociales à la gouvernance des risques sanitaires environnementaux*, sur support CD-ROM.

Rapport d'expertise collective : *Evaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement*, saisine N° 2008/005, Paris, mars 2010 version finale.

Expertise collective : *Synthèse et conclusions. Evaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement*, saisine N° 2008/005, Paris, mars 2010, sur le site Internet : [www.afsset.fr](http://www.afsset.fr).

toxicologie reconnaissent donc le grand chemin qu'il reste à parcourir pour arriver à des résultats fiables. Les scientifiques également constatent la complexité de la tâche et affirment à l'instar d'Etienne Klein que « la toxicité éventuelle d'une nanoparticule ne dépend plus seulement des éléments chimiques qui la constituent, mais aussi de sa forme, de sa taille, de sa localisation, de son environnement, ce qui fait beaucoup de cas et de situations à examiner »<sup>129</sup>.

Une nouvelle discipline apparaît donc : la nanotoxicologie<sup>130</sup>. Celle-ci se heurte à deux problèmes majeurs, d'une part, l'évaluation des phénomènes quantiques de la matière à l'échelle nanométrique et cette évaluation constitue un immense champ de recherche qui nécessitera la formation de physiciens et de toxicologues spécialisés ; d'autre part, la difficulté de mesurer les effets à l'échelle nanométrique, ce qui suppose une évolution de la métrologie et la mise au point de nouveaux outils de mesure. En effet, comment mesurer de façon précise l'éventuelle capacité de pénétration des barrières biologiques par les nanoparticules comme la barrière hémato-encéphalique, le placenta, les membranes cellulaires ? La métrologie constitue donc à l'avenir un champ d'investigation tout aussi important que la toxicologie pour évaluer les risques des nanoparticules et des nanomatériaux.

Dans sa synthèse de 2006 consacrée tout particulièrement aux risques d'exposition dans l'environnement ou sur le lieu de travail, l'AFSSET faisait le constat de l'insuffisance des données à notre disposition. Dans le domaine de la toxicité des nanomatériaux pour l'homme, elle écrit : « Peu de données sont actuellement disponibles sur la toxicité des nanomatériaux manufacturés »<sup>131</sup>. Au sujet de la détection des nanoparticules, elle affirme : « Ainsi, il n'existe pas à l'heure actuelle de techniques de mesure permettant de mesurer l'ensemble des paramètres pertinents et d'être utilisées en pratique de routine pour la surveillance des ambiances de travail »<sup>132</sup>. Concernant les risques sanitaires des travailleurs, le constat suivant est fait : « Il n'existe pas actuellement de valeur limite d'exposition aux nanoparticules dans la législation française ou européenne ni d'études épidémiologiques publiées sur les populations de travailleurs exposés »<sup>133</sup>. Pour ce qui a trait aux risques sanitaires pour la population générale, la

---

<sup>129</sup> Etienne KLEIN, *Le small bang des nanotechnologies*, op.cit., p. 35-36.

<sup>130</sup> Marcel LAHMANI, Francelyne MARANO et Philippe HOUDY, *Les nanosciences. 4. Nanotoxicologie et nanoéthique*, Paris, Belin, 2010, Partie II : Nanotoxicologie p. 25-437.

<sup>131</sup> AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail), Rapport : *Les nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement*, juillet 2006, p. 2.

<sup>132</sup> *Ibid*, p. 3.

<sup>133</sup> *Ibid*, p. 5.

synthèse mentionne qu' «il n'existe pas de valeurs limites d'exposition pour la population générale quel que soit le milieu considéré, et il n'a été relevé aucune étude épidémiologique dans la littérature scientifique »<sup>134</sup>. Quant à la toxicité des nanomatériaux pour l'environnement, l'AFSSET écrit qu' «actuellement, aucune information n'est disponible sur la capacité de dégradation des nanoparticules »<sup>135</sup>. Force est de constater que le bilan est sévère en 2006 et l'AFSSET attire notre attention sur une réelle carence, voire une absence totale de données et d'études sur les risques des nanoparticules alors que de nombreux produits manufacturés sont déjà sur le marché.

Depuis cette date, il faut cependant constater qu'un rapport technique a été publié par l'ISO (International Organization for Standardization) pour classer les nanomatériaux puisqu'un des problèmes majeurs était au préalable la définition même des nanomatériaux. Ce rapport technique porte la référence ISO/TR 11360:2010 *Nanotechnologies – Methodology for the classification and categorization of nanomaterials*<sup>136</sup>. De plus, la prise de conscience a été faite que le nouveau règlement européen sur les substances chimiques REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) devait prendre en compte la dimension nanométrique des produits mis sur le marché : « Lorsqu'une substance chimique existante, déjà commercialisée en tant que substance en vrac, est introduite sur le marché sous la forme de nanomatériau (nanoforme), le dossier d'enregistrement devra être mis à jour de manière à inclure les propriétés spécifiques de la nanoforme de cette substance »<sup>137</sup>.

Dans le domaine plus spécifique de la médecine, l'AFSSAPS a rédigé des recommandations en septembre 2008<sup>138</sup>. Ces recommandations tiennent compte des problèmes d'élimination des médicaments nanoparticulaires, c'est-à-dire leur biodégradabilité ou leur solubilité. Selon l'agence, l'utilisation principale des nanotechnologies en médecine serait à court et moyen terme la vectorisation des principes actifs, mais elle incite également à considérer l'importance que pourraient

---

<sup>134</sup> *Ibid*, p. 5.

<sup>135</sup> *Ibid*, p. 5.

<sup>136</sup> ISO/TR 11360:2010 *nanotechnologies – Methodology for the classification and categorization of nanomaterials* sur le site Internet [www.iso.org](http://www.iso.org).

<sup>137</sup> Philippe MARTIN, « L'action européenne : prévenir les risques pour promouvoir l'innovation », *ADSP Revue du Haut Conseil de la santé publique*, n° 64, septembre 2008, dossier : Nanotechnologies et santé publique, p. 58-64.

<sup>138</sup> AFSSAPS (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé), *Recommandations relatives à l'évaluation toxicologique des médicaments sous forme nanoparticulaire*, *op. cit.*

prendre à l'avenir l'ingénierie tissulaire et le diagnostic. Ces recommandations prennent aussi en compte les propriétés quantiques des nanoparticules, c'est-à-dire la réactivité de surface, la taille relative des particules et l'hypothèse qu'elles forment des agrégats ou des agglomérats ce qui pourrait modifier les caractéristiques, les réactions de surface et les risques potentiels des nanoparticules initiales. Elles évoquent également le risque de franchissement des barrières physiologiques, c'est-à-dire la barrière hémato-encéphalique, la barrière foeto-placentaire, la barrière des membranes cellulaires et nucléaires<sup>139</sup>. L'AFSSAPS prend acte que « des données scientifiques générales et/ou réglementaires en rapport avec l'évaluation toxicologique des médicaments nanoparticulaires font actuellement défaut »<sup>140</sup>. La conclusion met en avant la nécessité d'études toxicologiques spécifiques et reconnaît la difficulté d'extrapoler les résultats des études faites sur l'animal à l'homme. Elle ne pense pas nécessaire de refondre entièrement la législation, mais de s'appuyer sur les principes fondamentaux des protocoles d'autorisation de mise sur le marché des médicaments et d'adapter si nécessaire les méthodes d'évaluation toxicologique pour les médicaments nanoparticulaires : « L'évaluation de la sécurité des médicaments nanoparticulaires, en raison de considérations scientifiques et pratiques telles que la nécessité d'être immédiatement opérationnelles, ne doit pas s'écarter de la stratégie conventionnelle de l'évaluation de la sécurité des médicaments. Elle doit néanmoins adapter ses méthodes lorsque nécessaire et exprimer leurs résultats en fonction des particularités de la structure nanoparticulaire. Néanmoins, une vision à beaucoup plus long terme ne saurait être exclue (...) »<sup>141</sup>.

Le mérite de ces recommandations est de constater, comme pour l'AFSSET, que les études toxicologiques n'en sont qu'à leur début et que le problème doit être appréhendé à court, moyen et long terme. Elles préconisent de tenir compte des trois niveaux temporels que nous évoquions plus haut dans la réflexion éthique et de ne pas céder aux injonctions de « l'état d'urgence économique ».

Cependant, à ce stade de la réflexion et sans vouloir minimiser l'importance des problèmes toxicologiques, deux questions de bon sens apparaissent : premièrement, la métrologie et la toxicologie relèvent-elles véritablement de l'éthique ou bien inclut-on

---

<sup>139</sup> *Ibid*, p. 1.

<sup>140</sup> *Ibid*, p. 2.

<sup>141</sup> *Ibid*, p. 7.



dans le terme éthique des problématiques qui relèvent de la responsabilité purement scientifique et non pas philosophique ? N'y-a-t-il pas un mélange des genres qui contribue à un certain flou dans les problématiques à cerner concernant les nanotechnologies et qui complexifie davantage l'élaboration d'une nano-éthique ? Nous rejoignons ici la réflexion de Vanessa Nurock qui parle de « questions éthiques de second ordre » au sujet de la toxicologie<sup>142</sup> et qui affirme que « mesurer les dégâts possibles est une question scientifique, ce n'est pas une question philosophique »<sup>143</sup>.

Deuxièmement, l'éthicien ne doit-il pas plutôt s'interroger sur le fait que, au nom de « l'état d'urgence économique », des produits contenant des nanoparticules soient déjà commercialisés à l'insu des consommateurs puisque l'étiquetage n'était jusqu'à présent pas systématique ? Ne doit-il pas évaluer l'utilisation du principe de précaution et ses limites ? Les recommandations et les tentatives de normalisation semblent le plus souvent être mises en place après coup. Finalement, la réflexion éthique ne doit-elle pas se situer en amont et en aval des problématiques posées par les nanotechnologies ?

Autrement dit, la réflexion éthique s'articulerait en quatre temps. Dans un premier temps, il y a la nécessité de poser les problèmes de toute nature concernant les nanotechnologies en tentant de les classer entre les problèmes réels, possibles, probables et improbables à un instant « T » en fonction des connaissances à notre disposition. Ce classement est susceptible d'évoluer en fonction des avancées de la science et de l'utilisation des produits relevant des nanotechnologies. C'est ce que nous appellerons « *l'intervention en amont de l'éthique* ».

Dans un deuxième temps, il serait souhaitable de laisser le temps aux scientifiques de distinguer entre risques et dangers. Si nous retenons la définition d'Etienne Klein : « Le risque est égal au *produit* de l'exposition au danger. Cela signifie que, s'il n'y a pas d'exposition, il n'y a pas de risque »<sup>144</sup>. Cette affirmation paraît un peu courte et il est de la responsabilité des chercheurs et des scientifiques d'évaluer par des études et des mesures les risques liés aux nanoparticules en mettant au point des instruments de mesure fiables (métrologie) et en développant cette nouvelle discipline qu'est la toxicologie qui requiert à court terme la formation au sein des universités de nouveaux toxicologues spécialisés en nanotechnologie.

---

<sup>142</sup> Vanessa NUROCK, « Enjeux éthiques des nanotechnologies », Avis et rapport sur les nanotechnologies du groupe de travail du Conseil National de la Consommation, juin 2010, p. 88-93.

<sup>143</sup> *Ibid.*, p. 90.

<sup>144</sup> Etienne KLEIN, *Le small bang des nanotechnologies*, *op.cit.*, p. 55.

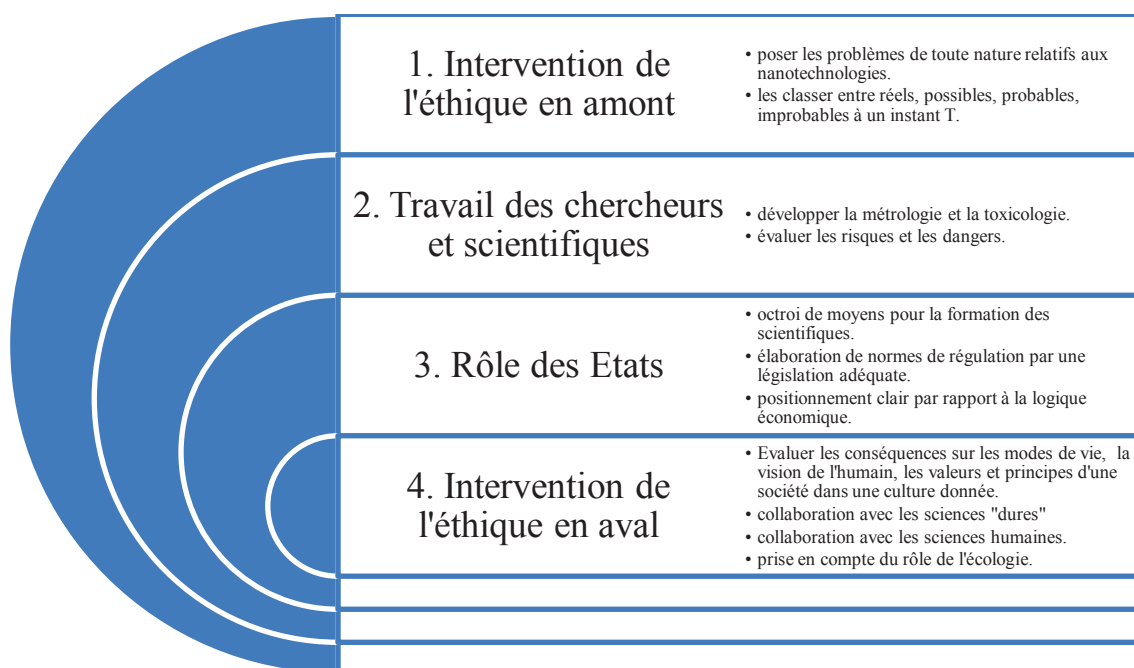


Dans un troisième temps, les Etats doivent se positionner clairement par rapport à la logique économique et leur intervention est indispensable non seulement pour octroyer les moyens nécessaires à la formation de scientifiques dans ces nouvelles disciplines liées aux nanotechnologies, mais aussi dans l'élaboration des normes de régulation par une législation spécifique.

Enfin, dans un quatrième temps, l'éthique intervient à nouveau, mais en aval, pour évaluer et examiner les changements et leurs conséquences sur nos modes de vie, sur notre vision de l'humain, sur nos valeurs. C'est ce que nous nommerons « *l'intervention en aval de l'éthique* ». Cette évaluation pourra comporter des variantes en fonction de la culture du pays : ainsi nous pouvons noter une différence d'appréciation des problèmes entre la France et les Etats Unis par exemple qui n'est pas étrangère aux relations que chaque Etat entretient avec le libéralisme voire l'ultralibéralisme économique, avec son positionnement politique et économique dans le monde, avec son histoire sociale et le poids des contre-pouvoirs comme les syndicats, les partis politiques, les associations de protection des travailleurs ou de l'environnement, les associations de consommateurs.

L'éthicien ne peut mener à bien cette évaluation qu'en collaborant avec les autres chercheurs en sciences humaines : sociologie, anthropologie, psychanalyse, théologie. Il paraît à ce jour indispensable de tenir compte également du rôle grandissant de l'écologie dans l'évaluation des problèmes et de ses positionnements vis-à-vis des nanotechnologies, qui sont à nuancer en fonction de la sensibilité des différentes associations écologiques. A ce stade, nous proposons donc un schéma complémentaire intitulé *Proposition d'un modèle de réflexion éthique avec une dimension temporelle* qui complète le schéma précédant (Figure 11 : Le facteur temps dans l'élaboration d'une nano-éthique) :

**Figure 12 : Proposition d'un modèle de réflexion éthique avec une dimension temporelle**



Nous voyons donc qu'il ne s'agit en aucun cas de fustiger les scientifiques, mais d'élaborer une synergie des compétences entre les éthiciens dont le rôle est de poser et d'énoncer les problèmes éventuels créés par les nanotechnologies, et les scientifiques, qui sont les seuls à pouvoir évaluer les risques et à mettre des outils au point pour cette évaluation. Il convient de sortir de la logique des clivages entre sciences dures et sciences humaines et d'entrer dans une logique de synergie tout en évitant le plus possible la confusion des champs.

## 1.2 D'un changement d'analyse et de langage souhaitable : vers une « éthique de l'honnêteté »

Un changement de langage serait souhaitable de la part des scientifiques qui ont souvent opté pour un discours de la promesse comme nous l'avons vu au chapitre 2.6.1 émaillé d'un vocabulaire économique prégnant dans la présentation des nanotechnologies. Même si force est de reconnaître que les nanotechnologies sont soumises à une prédominance du modèle de l'ingénierie, que l'instrumentation est au cœur du développement des connaissances, que les scientifiques sont peut-être eux aussi les victimes d'une conception utilitariste de la recherche, d'une logique d'innovation à fort retour sur investissement et d'une logique de marché économique, bref qu'une logique

techno-scientifico-économique domine en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, un retour à une « éthique de l'honnêteté » pour reprendre l'expression de Céline Lafontaine<sup>145</sup> semble judicieuse.

On en trouve certaines prémices dans le document des annales des mines de février 2010<sup>146</sup>. Göran Hermerén insiste sur le fait qu'il est nécessaire de combler les lacunes sur nos connaissances en matière de risques des nanotechnologies et en matière d'information du public. Cette démarche est « dans l'intérêt à long terme de toutes les parties concernées (y compris de l'industrie) de chercher à combler ces lacunes »<sup>147</sup>. Notons au passage qu'il introduit la notion de temps dans la réflexion éthique, en l'occurrence le long terme.

Bernadette Bensaude-Vincent, quant à elle, attire notre attention sur le fait qu'un simple étiquetage des produits manufacturés contenant des nanoparticules est nécessaire mais pas suffisant. L'étiquetage contribuera certes à engager la responsabilité de transparence des industriels, mais il faudra aussi s'interroger sur les valeurs sociales et morales que portent en eux ces nouveaux produits. Ces valeurs devront être explicitées et être mises en débat<sup>148</sup>. C'est là tout particulièrement, à notre avis, que le rôle d'analyse de l'éthicien entre en jeu.

L'idée de base de la réflexion éthique est de parvenir à un consensus sur la validité d'une norme grâce à l'échange d'arguments rationnels, à la reconnaissance des points de vue en présence y compris la prise en compte des intérêts des scientifiques, des industriels, des consommateurs, des Etats. L'accord partagé inclut généralement le partage d'un même intérêt fondamental des protagonistes et une même capacité rationnelle de comprendre l'argument de l'autre. L'éthique, tout comme le bon fonctionnement d'un comité d'éthique, présuppose cette forme de « foi » en l'échange argumenté, en un dialogue rationnel, en une analyse rigoureuse des conflits d'intérêts et des « déviations » sémantiques comme moteur pour accéder à un consensus.

---

<sup>145</sup> Céline LAFONTAINE, *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*, op. cit., p. 138.

<sup>146</sup> Annales des Mines, Série Réalités industrielles, *Des nanotechnologies à la biologie de synthèse*, février 2010.

<sup>147</sup> Göran HERMEREN, « Questions éthiques soulevées par les nanotechnologies », *Annales des Mines, Série Réalités industrielles, Des nanotechnologies à la biologie de synthèse*, février 2010, Chapitre IV.

<sup>148</sup> Bernadette BENSAUDE-VINCENT, « De la transparence dans l'innovation », *Annales des Mines, Série Réalités industrielles, Des nanotechnologies à la biologie de synthèse*, février 2010, Chapitre IV.

C'est sûrement ce qui a fait défaut dans le déroulement du débat public français sur les nanotechnologies. Il nous semble utile, à ce stade de la réflexion, de nous arrêter de façon conséquente sur un exemple concret de réflexion sur les enjeux des nanotechnologies. En particulier, le fait que cette initiative soit le fait d'un Etat et du pouvoir politique est instructif sur la difficulté d'élaborer une nano-éthique.

## 2. Analyse du débat public français sur les nanotechnologies

### 2.1 L'organisation singulière du débat public

La mise en place d'un débat public en France sur les nanotechnologies n'a pas de précédent à l'échelle nationale. Une première initiative avait eu lieu dans la région Ile-de-France en 2007 intitulée *Conférence de citoyens sur les nanotechnologies en Ile-de-France*. L'association VivAgora, fondée en 2003, a été pionnière dans la mise en débat démocratique des choix scientifiques et techniques et, à partir de 2005, a œuvré spécifiquement à la mise en débat des enjeux des nanotechnologies. Il s'agissait selon l'expression de cette association dans son cahier d'acteur rédigé dans le cadre du débat public sur les options générales en matière de développement et de régulation des nanotechnologies de « faire des nanotechnologies une "affaire publique" »<sup>149</sup>.

Il faut noter que c'est une démarche nouvelle car il n'y avait pas eu jusqu'à ce jour de débat avec les citoyens au sujet des grandes orientations scientifiques concernant l'énergie nucléaire dans les années 1960 ou le génie génétique, en particulier les OGM (organismes génétiquement modifiés), et ce, malgré les nombreuses manifestations contre ces innovations technologiques. On aurait pu croire qu'après les scandales de l'amiante, du sang contaminé et de l'explosion de la centrale nucléaire de Tchernobyl, les autorités aient eu une idée judicieuse d'organiser ce débat mais la difficulté en était le sujet à traiter. En effet, comment organiser un débat accessible à tous et qui réponde aux questionnements des citoyens ?

Le débat s'est déroulé du 15 octobre 2009 au 24 février 2010 dans dix sept grandes villes de France<sup>150</sup> dont l'activité scientifique avait un lien avec les nanotechnologies et

---

<sup>149</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association VivAgora, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>150</sup> Il s'agissait de : Strasbourg (15/10/2009), Toulouse (20/10/2009), Orléans (27/10/2009), Bordeaux (03/11/2009), Clermont-Ferrand (10/11/2009), Lille (17/11/2009), Besançon (24/11/2009), Grenoble

les thèmes semblent donc avoir été choisis en fonction de la « spécialité » nanotechnologique de ces villes. Ainsi il était prévu de débattre à Lille des applications des nanotechnologies dans l'élaboration de nouveaux textiles, à Clermont-Ferrand des nanotechnologies et du secteur automobile, à Toulouse des nanotechnologies et de la médecine ainsi que des matériaux nanostructurés et des applications dans le domaine de l'aéronautique civile et militaire (ce second thème au final n'a même pas été abordé), à Montpellier de la protection de l'environnement et du développement durable nord/sud pour ne citer que quelques exemples. Le déroulement du débat ainsi conçu par thème imposé ne permettait pas ou peu de partir des questions du public et finissait par l'échange d'arguments entre experts dont certains, il faut le souligner pour être tout à fait honnête, ont tenté un véritable effort de vulgarisation dans leurs explications sur ce sujet fort complexe. Les thèmes ont essentiellement abordés les innovations technologiques, les perspectives de développement de nouveaux produits et leurs implications économiques. Les intervenants conviés étaient en très grande majorité des scientifiques travaillant au CNRS, au CEA, dans des universités et facultés des sciences, ainsi que des représentants d'entreprises du secteur concerné par le thème abordé dont de très importantes entreprises françaises telles que Michelin et l'Oréal. Des représentants d'association de défense des consommateurs, de défense de l'environnement, de syndicats de travailleurs, de l'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail) formaient le « contre-pouvoir » dans ces débats.

Les conséquences des nanotechnologies et leurs effets plus ou moins indésirables ont été traités sous le prisme de la toxicité dans une logique bénéfice/risque et dans les trois directions suivantes : la protection du travailleur, la protection et l'information du consommateur, la protection et la préservation de l'environnement. Les problèmes proprement éthiques ont été très peu développés et seuls deux thèmes étaient prévus : l'un à Strasbourg, lors du débat inaugural, sous le titre *Questions éthiques touchant à la recherche* et, l'autre à Paris, lors du débat de clôture, *Ethique et gouvernance*.

Un seul philosophe, Jean-Michel Besnier, a été convié lors de la réunion d'Orsay et il a commencé son intervention ainsi : « Merci. Il vient toujours au crépuscule, le

---

(01/12/2009), Caen (10/12/2009), Metz (15/12/2009), Rennes (07/01/2010), Lyon (14/01/2010), Marseille (19/01/2010), Orsay (26/01/2010), Montpellier (09/02/2010), Nantes (16/02/2010) et Paris (23/02/2010).

philosophe. Je viens en dernier »<sup>151</sup>. Ce qui se passe de commentaire étant donné que l'intervention de ce dernier représente six pages sur soixante deux de la retranscription écrite de ce seul débat. Cette intervention passe malheureusement inaperçue et représente une goutte d'eau dans le volume des comptes-rendus retranscrits lors de ce débat. Ajoutons pour être tout à fait complet qu'aucun spécialiste dans le domaine des sciences humaines : sociologie, anthropologie, psychologie, psychanalyse n'a été invité à intervenir dans ce débat public.

## 2.2 Le traitement des problèmes éthiques liés aux nanotechnologies pendant le débat public

La question éthique a été abordée lors de la première réunion à Strasbourg et l'intervenant choisi était Jacques Bordé<sup>152</sup>, physicien de formation, directeur de recherche au CNRS et qui collabore avec le comité d'éthique du CNRS. Dans son intervention, il insiste tout d'abord sur la responsabilité des chercheurs dans le choix des axes de recherche et dans les finalités de la recherche qui induiront forcément des choix de société. Puis, rapidement, il admet que la recherche universitaire s'inscrit dans le cadre de programmes définis par le ministère ou par la commission européenne. Il semble admettre à demi-mots que la recherche est tributaire d'un choix politique et perd ainsi une part de liberté.

Si nous poussons plus loin le raisonnement, la question qui se pose est donc le changement de statut de la science et du rôle du chercheur dans notre société depuis les années 1970 ainsi que le changement du rapport de force, qui induit le fait que la légitimité des orientations scientifiques est tributaire du politique et de l'économique. On invite les scientifiques à prendre leurs responsabilités, y compris en ce qui concerne l'utilisation de leurs travaux selon Jacques Bordé, mais en ont-ils la possibilité si on fait le constat que la recherche s'est orientée depuis les années 1970 vers le civil en faisant appel à l'industrie privée pour financer en partie la recherche et qu'elle s'est orientée – peut-être contre son gré – vers des intérêts socio-économiques ?

La situation du scientifique reste délicate et confuse car sa responsabilité est sollicitée en amont et en aval. En amont, le choix des champs de recherche retenus par les

---

<sup>151</sup> Retranscription écrite du débat du 26 janvier 2010 à Orsay, CNDP, intervention de Jean-Michel Besnier, p. 53-58, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>152</sup> Retranscription écrite du débat du 15 octobre 2009 à Strasbourg, CNDP, intervention de Jacques Bordé, p. 36-39, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

scientifiques aura un impact sur les technologies développées dans le futur et par voie de conséquence sur le visage de la société de demain, mais en même temps ce choix peut être impacté par la quête de financements publics ou privés, qui eux-mêmes ne peuvent être déconnectés des politiques économiques et industrielles. En aval, les scientifiques sont rendus responsables des applications de leur découverte alors qu'ils en sont par la suite en quelque sorte dépossédés par l'industrie. La déclaration suivante de Jacques Bordé suffit-elle à établir la responsabilité des scientifiques: « On sait très bien quelles seront les finalités et à quoi ce sera utilisé. On est donc solidaires des problèmes éthiques posés par les développements que ces découvertes poseront. Il s'agit donc que les chercheurs réfléchissent à ces questions-là et prennent leurs responsabilités. Ils ont une certaine liberté, mais cette liberté doit s'accompagner d'une responsabilité sur la façon dont leurs travaux sont utilisés »<sup>153</sup> ?

Les scientifiques peuvent-ils encore avoir une quelconque influence sur les applications civiles ou militaires de certaines découvertes ou bien ces applications relèvent-elles ensuite de la politique d'un Etat ou d'un groupe industriel ? Les applications industrielles des découvertes scientifiques ne sont-elles pas protégées et mises à terme hors de la portée des découvreurs eux-mêmes par le dépôt de brevets ? Comment concrètement les scientifiques peuvent-ils exercer leur responsabilité en aval sur les applications bonnes ou néfastes de leur découverte ?

La réponse semble être négative si on examine l'exemple historique que fut la prise de position d'Albert Einstein contre le programme de développement des premières bombes nucléaires. Alors qu'il pensait dans un premier temps que la bombe atomique serait un moyen de dissuasion contre l'Allemagne nazie et qu'il a incité Franklin Roosevelt - président des Etats Unis de 1933 à 1945 - à initier le lancement d'un programme de fabrication de la bombe atomique, il a condamné à la fin de la seconde guerre mondiale son utilisation lors du bombardement des villes japonaises d'Hiroshima et de Nagasaki. Il a constitué en mai 1946 le *Comité d'Urgence des Scientifiques Atomistes* (ECAS) avec sept scientifiques qui ont participé à la construction de la bombe atomique<sup>154</sup>. Ces scientifiques se sont de même élevés contre le développement de la première bombe à hydrogène (appelée également bombe H ou bombe thermonucléaire).

---

<sup>153</sup> *Ibid*, p. 37.

<sup>154</sup> Il s'agissait de Hans Bethe, Harold Clayton-Urey, Thorfin-Rusten Hogness, Philip Morse, Linus Pauling, Leo Szilard et Victor Weisskopf.

Malgré la signature de la *pétition Szilard* par soixante huit scientifiques en 1945 pour s'opposer à l'utilisation de l'arme atomique, leur prise de position n'a pas dissuadé Harry S. Truman - président des Etats Unis de 1945 à 1953 – d'utiliser la bombe atomique contre le Japon. Leurs efforts pour promouvoir l'idée d'une utilisation pacifique et uniquement civile de l'énergie nucléaire n'ont pas non plus persuadé les dirigeants des Etats Unis à stopper le développement des applications militaires de l'arme atomique, développement qui s'est poursuivi pendant la période dite de « la guerre froide » dans une logique concurrentielle avec l'U.R.S.S et dans l'optique d'une politique hégémonique dans le monde.

A la lumière de cet exemple, il faut donc sérieusement se poser la question des marges de manœuvre des scientifiques à s'opposer à un développement ou à une utilisation non souhaités d'une découverte. N'est-il pas trop facile d'affirmer leur responsabilité alors qu'ils n'ont que très peu de pouvoir d'influer sur les décisions politiques et/ou économiques ?

Après avoir affirmé haut et fort la responsabilité des scientifiques, Jacques Bordé poursuit son intervention en abordant la nano-éthique et affirme la non pertinence de cette dernière dans la mesure où les problèmes éthiques que posent les nanotechnologies sont déjà présents dans les autres technologies dont elles sont issues : « Eh bien, je vais peut-être vous décevoir, mais il n'y a pas de problèmes vraiment nouveaux avec les nanotechnologies, puisque ce sont des technologies qui sont génériques et en soutien de toutes les autres technologies, que ce soient les matériaux, l'informatique, la médecine, les neurosciences. Elles arrivent pour les accélérer, pour les faciliter, pour les rendre plus puissantes, pour les aider à converger et à se croiser. Quand elles vont se croiser, elles seront encore plus puissantes. Elles intègrent donc tous les problèmes éthiques déjà existant, en les amplifiant puisqu'elles sont plus puissantes que les autres technologies, qui sont déjà dans les autres technologies, que pose le développement d'une société qui repose sur une technologie de plus en plus puissante. N'est-ce pas en effet un but en soi ? On peut se demander si cette société sera meilleure ou non. L'éthique de la recherche pour les nanotechnologies couvre tous ces problèmes »<sup>155</sup>.

Nous retrouvons ici ce discours de banalisation des apports des nanotechnologies qui consisteraient en une simple amplification de problèmes déjà existants et en une suite

---

<sup>155</sup> Retranscription écrite du débat du 15 octobre 2009 à Strasbourg, CNDP, intervention de Jacques Bordé, p. 37, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).



logique, naturelle et inexorable du développement technique. Il est à peine fait allusion à la notion de convergence avec l'expression « pour les aider à converger et à se croiser » alors que des problèmes éthiques inédits sont liés à cette notion de convergence. Il finit par le reconnaître du bout des lèvres à la toute fin de son intervention : « Les problèmes spécifiques posés par les nanotechnologies seraient peut-être, effectivement, des problèmes relatifs à la création du vivant, des problèmes dus à la complexité et de convergence. Dans les nanotechnologies, on peut peut-être identifier des problèmes spécifiques, mais globalement, ce sont des problèmes généraux liés au développement de l'informatique, de la médecine, de la biologie et des neurosciences. C'est la convergence neuro/info/bio/cogno»<sup>156</sup>.

Contrairement à ce discours, nous insistons sur l'importance de cette notion de convergence NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitives) qui nous paraît constituer une nouveauté spécifique des nanotechnologies dans le sens où elle induit une nouvelle organisation de la recherche. Cette nouvelle organisation demande à faire converger toutes les compétences scientifiques et techniques dans l'effort de la recherche. Même si nous acceptons l'analyse de Jacques Bordé, il faudrait de toute façon analyser et appréhender les problèmes éthiques à nouveaux frais puisque les nanotechnologies amplifient les problèmes éthiques déjà posés. Il faudrait justement tenter de mesurer cette amplification et distinguer clairement l'optique que l'on désire prendre.

S'agit-il de s'en tenir au principe de précaution, c'est-à-dire d'avancer dans la mise au point de nouveaux produits nanotechnologiques en prenant le plus de précautions possibles et en étant particulièrement attentif à la manière dont on les fabrique ? Ou bien s'agit-il d'opter pour le principe plus contraignant de responsabilité - en référence à Hans Jonas - en évaluant les avantages et les inconvénients *avant* de se lancer dans la mise au point de nouveaux produits nanotechnologiques et en adoptant un temps de réflexion et de concertation avant toute initiative ?

Le principe de responsabilité selon Hans Jonas s'appuie sur l'idée maîtresse que la génération actuelle doit préserver les conditions de la survenue et de la présence possible sur terre des générations futures. Cette idée s'articule selon trois conditions : l'existence d'un monde habitable, l'existence de l'humanité et « l'être-tel » de

---

<sup>156</sup> *Ibid*, p. 39.

l'humanité. L'impératif premier est « qu'une humanité soit ». Hans Jonas précise cet impératif avec la notion de *responsabilité ontologique à l'égard de l'idée de l'homme* : « C'est cet impératif ontologique, résultant de l'idée de l'homme qui sous-tend l'interdiction de jouer au va-tout avec l'humanité, une interdiction affirmée jusqu'alors sans avoir été fondée. Seule l'idée de l'homme, en nous disant *pourquoi* des hommes doivent être, nous dit en même temps *comment* ils doivent être »<sup>157</sup>.

Force est de constater, à l'examen de l'évolution des nanotechnologies, que le principe de responsabilité tel que défini par Hans Jonas n'est pas appliqué car il s'articulerait avec la notion d'un éventuel moratoire total. Ce moratoire total donnerait la possibilité de s'octroyer du temps pour une réflexion sur les conséquences éventuelles des nanotechnologies. Mais la logique du moratoire total semble en profonde contradiction avec la logique économique, qui est axée sur la compétition économique et sur la course technologique à mettre au point de nouveaux produits rentables financièrement et en adéquation avec les « nouveaux désirs » du consommateur, désirs savamment orchestrés par le lancement de modes et par la publicité. Il se heurte donc à la logique scientiste et productiviste qui domine encore la société de consommation occidentale, même si nous pouvons constater de légères brèches dans cette logique avec, par exemple, la défiance des consommateurs contre les OGM ou les médicaments, avec l'augmentation des études sur les impacts sanitaires et environnementaux des produits chimiques, avec la nouvelle conscience écologique de certains citoyens qui induit une poussée politique des écologistes et de courants marginaux comme les « décroissants »<sup>158</sup>, voire plus radicaux comme les « déchétiens »<sup>159</sup>.

L'idée de moratoire total semble avoir été uniquement soutenue par l'association Les Amis de la Terre lors du débat public<sup>160</sup>. L'idée d'un moratoire partiel est, quant à elle, soutenue en particulier par les associations de défense de l'environnement<sup>161</sup>, les

---

<sup>157</sup> Hans JONAS, *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Paris, Le Cerf, 1990, réédition 1997, p. 69.

<sup>158</sup> Les décroissants : partisans de la décroissance qui s'inscrivent dans une logique de réduction considérable de la consommation globale, réduction qui se traduit entre autre par l'économie d'énergie et d'eau, la réduction des déchets, la préférence pour les circuits courts de production et de consommation, la limitation d'utilisation des produits chimiques dans sa vie quotidienne.

<sup>159</sup> Les déchétiens : mouvement né aux Etats Unis « freegan » et qui consiste à se nourrir exclusivement de ce que les supermarchés et les commerces jettent dans leurs poubelles dans le but de lutter contre la société de consommation et le gaspillage.

<sup>160</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association Les Amis de la Terre, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>161</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, fondation Sciences Citoyennes, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

associations de défense des travailleurs et des consommateurs ou les syndicats<sup>162</sup>. Le moratoire partiel est un peu plus souple et préconise une étude préalable des risques des nanotechnologies, la mise en place de normes pour une responsabilité de la maîtrise des risques sans rejeter le développement des nanotechnologies.

L'idée de moratoire partiel se rapproche davantage de l'idée de principe de précaution qui est actuellement souvent sollicité *a posteriori* : les produits sont déjà commercialisés et les questionnements sur leurs effets sont posés ultérieurement. La normalisation et la législation arrivent donc en aval. En même temps, comment évaluer totalement la dangerosité d'un produit ou d'un médicament sans au préalable l'avoir fabriqué et utilisé ? La situation revêt parfois un caractère aporétique. Le bon sens voudrait que des tests très pointus soient d'abord effectués en laboratoire avant la mise sur le marché. Mais là aussi, le scandale de certains médicaments comme le Distilbène® ou plus récemment le Médiator®, semble démontrer que les procédures d'autorisation de mise sur le marché des médicaments, pourtant strictes et longues, se révèlent insuffisantes à long terme.

### 2.3 Les questions éthiques noyées dans un débat atomisé

Le constat est amer quant au traitement des questions éthiques des nanotechnologies lors du débat public. Elles ont été abordées, comme nous l'avons vu, lors de la première rencontre du 15 octobre 2009 à Strasbourg par Jacques Bordé puis nous avons assisté à l'escamotage des véritables questions éthiques jusqu'à la fin du débat public. Un seul philosophe, Jean-Michel Besnier, a pu intervenir de façon très brève. Si nous reprenons sa définition de l'éthique qui n'est pas d'aborder les nanotechnologies selon la logique binaire des risques et des avantages mais qui consiste à répondre aux questions fondamentales suivantes : « comment bien vivre ensemble ? » et « comment bien vivre avec le pouvoir que nous avons développé sur les choses grâce à nos techniques et à

---

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, parti L'écologie – Les Verts, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, fédération France Nature Environnement, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>162</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, confédération CGT-FO Association Force Ouvrière Consommateurs (AFOC), octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association INDECOSA-CGT, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, INRS Institut National de Recherche et de Sécurité, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

notre science ? » ou bien « quel monde voulons-nous ? », alors très peu d'intervenants ont envisagé leur réflexion sous cet angle. Lors de la séance de clôture du débat public à Paris le 23 février 2010<sup>163</sup>, seuls deux intervenants ont posé succinctement des questions en ce sens : il s'agissait d'Alex Turk, président de la CNIL (Conseil National de l'Informatique et des Libertés) et José Cambou, secrétaire nationale de l'association France Nature Environnement.

Alex Turk a pointé un certain discours selon lequel les nanotechnologies ne seraient pas quelque chose de nouveau. Il faisait allusion à ce discours de banalisation ou de minimisation que nous avons déjà évoqué au sujet des nanotechnologies. Or, le président de la CNIL (Conseil National de l'Informatique et des Libertés) pense que le degré de miniaturisation qu'apporteront les nanotechnologies aux systèmes d'information engendrera le passage d'une différence de degré à une différence de nature. Les systèmes d'information seront d'une taille tellement petite que nous serons incapables de les détecter dans un endroit. Il pose la question fondamentale de l'évolution d'une société dans laquelle le développement de la biométrie, de la vidéosurveillance, de la géolocalisation par des puces RFID (Radio Frequency Identification Device ou « étiquette radio » en français) ne cesse de croître. Chaque citoyen aura-t-il encore sa liberté d'expression, un droit à l'oubli, l'assurance du respect de sa vie privée.

Il s'agit à ce stade d'examiner un véritable choix de société. Voulons-nous d'une société dans laquelle les relations, que les individus entretiennent entre eux, puissent être altérées en profondeur au point que notre discours et, par voie de conséquence, notre comportement en soient modifiés voire « formatés » selon l'expression d'Alex Turk ? Voulons-nous d'une société dans laquelle nous puissions nous sentir constamment suivis et surveillés ? Aurons-nous la possibilité d'accepter ou de refuser ces nouveaux systèmes d'information puisque nous n'avons déjà plus le choix en ce qui concerne les caméras de vidéosurveillance dans les lieux publics et les rues de nombreuses villes, ou en ce qui concerne l'obligation de l'établissement du passeport biométrique pour voyager en avion ? Voici des exemples de questions éthiques liées au développement des nanotechnologies qui doivent être sérieusement analysées car elles impacteront à terme notre vivre ensemble.

---

<sup>163</sup> Retranscription écrite du débat du 23 février 2010 à Paris, CNDP, intervention d'Alex Turk, p. 10-12, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

José Cambou<sup>164</sup> a posé le problème de façon similaire en considérant comme fondamental d'appréhender non seulement la question de l'utilité ou de la futilité de certains produits issus des nanotechnologies mais aussi la question de l'acceptabilité sociale de certaines utilisations des nanotechnologies. Elle a évoqué, entre autre, la question des limites dans lesquelles devait s'inscrire la réparation du corps humain et a posé la question de savoir si la prévention n'était pas plus importante que l'analyse des bénéfices et des risques dans une thérapeutique.

Si nous développons ce questionnement, apparaît en fait la question de gouvernance et des limites à mettre en place face à l'émergence d'une nouvelle technologie. Il s'agit tout d'abord d'avoir une réflexion sur le fait qu'il y a un accord ou un consensus sur la fuite en avant technologique. Nous avons vu à quel point dans le discours économique et politique le constat d'un non retour possible, d'un « destin technologique » est véhiculé, soit sous forme de « course obligée au progrès et à l'innovation », soit sous forme de « course obligée au leadership économique ». Puis vient une réflexion, dans la mesure où nous acceptons cette réalité technologique, non pas tant sur les nanotechnologies en elles-mêmes, mais sur l'usage que l'on en fait et que l'on en fera. La question de la gouvernance fait alors son apparition et il est donc nécessaire d'apporter une réponse, où tout du moins des pistes de réflexion à une question politique.

Plusieurs documents pouvaient permettre de réfléchir au niveau national sur les bases à donner à un débat sur la gouvernance<sup>165</sup>. Au niveau international, le rapport de l'UNESCO intitulé *Ethique et politique*<sup>166</sup> était également une excellente base. De plus, de nombreux documents étaient disponibles sur le site du débat public, en particulier

---

<sup>164</sup> Retranscription écrite du débat du 23 février 2010 à Paris, CNDP, intervention de José Cambou, p. 17-18, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>165</sup> Conseil Général des Mines, Rapport de DUPUY Jean-Pierre et ROURE Françoise, *Les nanotechnologies. Ethiques et perspectives industrielles*, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'Information, Paris, 15 novembre 2004. Consultable et téléchargeable sur le site Internet : [www.cgm.org/themes/deveco/develop/nanofinal.pdf](http://www.cgm.org/themes/deveco/develop/nanofinal.pdf).

Avis du Comité d'éthique du CNRS, *Enjeux éthiques des nanosciences et des nanotechnologies*, 12 octobre 2006, sur le site Internet [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr).

Conseil National de la Consommation (CNC), Avis et rapport sur les nanotechnologies du groupe de travail du Conseil National de la Consommation, juin 2010, sur le site Internet : [www.nanonorma.org](http://www.nanonorma.org).

Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie

*Nanotechnologies : sciences, marché, réglementation et société : Quelles avancées ?*, Paris, Editions La documentation Française, 6 avril 2010.

<sup>166</sup> UNESCO, *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, Paris, éditions UNESCO, coll. Ethiques, 2008.

dans la rubrique : « S’informer / Rapports et études / Bibliographie / Bibliographie commentée ». Pourquoi ces documents n’ont-ils pas été davantage exploités durant les échanges ? Pour quelles raisons le débat public français sur les nanotechnologies a-t-il été au final un relatif échec ?

## 2.4 Le débat public français : un échec annoncé ?

Nous tenons à souligner qu’un des aspects positifs du débat public repose sur le fait que, pour la première fois, la possibilité a été offerte au public de parler des nanotechnologies, contrairement à ce qui s’est passé en France pour le nucléaire ou le génie génétique, en particulier la question des organismes génétiquement modifiés (OGM). Il faut également prendre acte de la nouveauté suivante : à l’ère de la technoscience, les programmes de recherche prévoient une mise en débat de la recherche. Ainsi aux Etats Unis, la nanoinitiative de 2000, souhaitée par le président Bill Clinton, prévoyait une mise en interrogation des impacts sociétaux des nanotechnologies.

Le deuxième point positif est la constitution d’une base de données et de points de vue à l’occasion de ce débat. Le site du débat public français avance les chiffres suivants : 169.717 consultations sur le site Internet, 661 questions, 250 avis, 75 contributions, 51 cahiers d’acteurs publiés, 3216 personnes aux réunions, et 1115 retombées médiatiques<sup>167</sup>. La lecture des cahiers d’acteurs permet d’appréhender les différentes positions en faveur ou en défaveur des nanotechnologies. Un certain nombre de ces cahiers ont posé des questions éthiques pertinentes, qui malheureusement n’ont pas été développées dans le déroulement des débats.

A titre d’exemple, l’association Vivagora a soulevé le problème de la remise en cause des distinctions entre l’inerte et le vivant, entre la nature et l’artifice qui touche également aux conceptions métaphysiques de notre civilisation occidentale<sup>168</sup>. Le syndicat UNSA fait allusion à des objets nanotechnologiques qui pourraient amener des modifications sur nos modes de vie, sur nos rapports sociaux, voire une fracture technologique entre les riches et les pauvres<sup>169</sup>. L’association Les Amis de la Terre pose

---

<sup>167</sup> Retranscription écrite du débat du 23 février 2010 à Paris, CNDP, intervention de Jean Bergougnoux, p. 10, et bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies p. 2, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>168</sup> Cahier d’acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association VivAgora, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>169</sup> Cahier d’acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, syndicat UNSA, CNDP,

la question de la frontière à définir entre le soin et la transformation de l'humain et affirme que « Le déploiement généralisé des nanotechnologies risque de liquider la perspective humaniste qui fonde nos sociétés »<sup>170</sup>. Les réflexions des cahiers d'acteurs sont bien plus riches et diversifiées que les échanges lors des débats et il aurait été plus judicieux de partir de ce matériau très intéressant pour organiser les débats et poser les thèmes de réflexion éthique. Ce constat nous amène aux aspects négatifs du débat public.

Le revers de la médaille d'une démarche semblable à la nano-initiative américaine réside dans le fait que le débat public est téléguidé par la politique de recherche du gouvernement. En Europe, le débat européen a été organisé par les instances de Bruxelles. En France, le débat public a été organisé par la CNDP (Commission Nationale du Débat Public) saisie par le gouvernement le 23 février 2009 pour répondre à un engagement du Grenelle de l'environnement conformément à l'article 42 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009<sup>171</sup>.

Si le débat est téléguidé ou si les grandes lignes de discussion y sont *a priori* fixées puisque, selon le texte de loi, la préoccupation majeure est celle de la réglementation des substances nano-particulaires et leur déclaration obligatoire, à quoi sert-il alors de demander à la société d'intervenir sur les choix scientifiques ? Dans la rubrique « Rapports et études » du site internet du débat public, l'internaute tombe tout d'abord sur les rapports émanant de l'AFNOR (Association Française de Normalisation), de l'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), de l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques) et sur l'article de droit médical rédigé par Christophe Fichet<sup>172</sup> avocat au sein d'un des plus importants cabinets français d'avocats internationaux Gide Loyrette Nouel, avant de

---

octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>170</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association Les Amis de la Terre, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>171</sup> Article 42 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 : « L'utilisation des substances à l'état nanoparticulaire ou de matériaux contenant des nanoparticules fera l'objet d'un débat public organisé sur le plan national avant fin 2009. L'Etat se donne pour objectif que, dans un délai de deux ans qui suit la promulgation de la présente loi, la fabrication, l'importation ou la mise sur le marché de substances à l'état nanoparticulaire ou des matériaux destinés à rejeter de telles substances, dans des conditions normales ou raisonnables prévisibles d'utilisation, fassent l'objet d'une déclaration obligatoire, relative notamment aux quantités ou aux usages, à l'autorité administrative ainsi que d'une information du public et des risques et des bénéfices liés à ces substances et produits sera élaborée. L'Etat veillera à ce que l'information due aux salariés par les employeurs soit améliorée sur les risques et les mesures à prendre pour assurer leur protection ».

<sup>172</sup> Christophe FICHET, « Nanotechnologies dans le domaine médical : un remède face à la crise en mal de réglementation. », *Petites Affiches*, N° 180, 9 septembre 2009, p. 3-5.



pouvoir accéder à la bibliographie plus diversifiée. La construction de la navigation au sein même du site internet dénote une perspective davantage axée sur la régulation et la toxicologie que sur l'éthique proprement dite.

D'autres questions peuvent également émerger, à savoir : le public n'est-il pas déjà mis devant le fait accompli puisqu'un certain nombre de produits sont déjà sur le marché ? Le débat vise-t-il la promotion et l'acceptabilité des nanotechnologies ou bien le court-circuitage d'une nouvelle levée de bouclier pour éviter le « syndrome OGM » ? Ce sont des arguments avancés par les opposants au débat public. Ainsi l'association altermondialiste ATTAC (Association pour la Taxation des Transactions financières et pour l'Action Citoyenne) affirme : « On assiste au même phénomène que pour les débuts du nucléaire et des OGM, le débat public n'existe pratiquement pas »<sup>173</sup>.

L'argument de la promotion des nanotechnologies a été renforcé par la configuration même de l'organisation du débat : dix sept grandes villes ont été choisies pour ces débats car elles ont un lien industriel et économique avec certains pans du développement des nanotechnologies. De surcroît, les thèmes de chaque rencontre avaient également un lien avec le secteur industriel, les activités des entreprises, les laboratoires de recherche de chaque ville choisie. Ce qui a eu pour conséquence d'atomiser le débat sans partir des questions et des préoccupations des personnes qui ont fait l'effort de venir à ces débats. L'impression en a été une organisation technocratique du débat teintée d'une visée de promotion économique, qui présentait les avancées technologiques de certaines entreprises régionales ou nationales. La grande majorité des intervenants étaient des scientifiques et des experts qui ont certes fait un effort de vulgarisation et ont tenté de donner des explications compréhensibles à un public non averti, mais le débat a été mis en terme d'expert et la préoccupation majeure en a été la toxicologie. Il faut cependant reconnaître que le sujet des nanotechnologies est particulièrement ardu à traiter.

Nous devons également nous poser la question du choix des intervenants : pourquoi y-a-t-il eu si peu de spécialistes des sciences humaines ? Un seul philosophe, Jean-Michel Besnier, a participé au débat d'Orsay et son intervention a été extrêmement brève alors qu'il posait sans aucun doute les véritables questions éthiques de ce débat et insistait sur une prise en compte du rôle de l'imaginaire dans la compréhension que nous avons des

---

<sup>173</sup> Contribution au débat public de l'association ATTAC, *Les citoyens face aux nanotechnologies*, p. 3, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).



sciences. Les innovations scientifiques et les innovations technologiques en découlant induisent également une remise en question de nos visions de monde, de la nature, de la société, des valeurs morales et religieuses. Notons également qu'il n'y avait aucun représentant d'une quelconque confession religieuse.

Enfin, nous devons nous interroger sur le rôle qu'a joué la nanomédecine dans ce débat. Cette dernière a été abordée selon l'approche classique des bénéfices et des risques. Ce type d'approche n'induit-elle pas une certaine instrumentalisation de la médecine qui servirait de fer de lance ou de cheval de Troie dans le but inavoué de l'acceptabilité civile des nanotechnologies ? La question reste ouverte.

Le déroulement du débat public a été émaillé de nombreux incidents allant de la simple perturbation à l'entrave totale du débat. Si les premières réunions à Strasbourg, Toulouse, Orléans, Bordeaux, Clermont-Ferrand, entre autres, se sont déroulées sans encombre, celles de Lille, Rennes, Lyon et Marseille ont été fortement perturbées et interrompues suite à de bruyantes manifestations d'opposants aux nanotechnologies. La réunion prévue à Grenoble, site sensible car c'est un pôle d'excellence en matière de nanotechnologies et qui fait face à une opposition déterminée de la part de l'association Pièces et Main-d'œuvre (PMO)<sup>174</sup>, a été annulée. Les dernières réunions prévues à Orsay, Montpellier et Nantes ont été annulées et remplacées par un débat sur Internet. A Orsay, le 26 janvier 2010, les experts en présence se sont retrouvés dans une salle sans public et ont répondu à des questions posées sur Internet et par téléphone. Les conditions de mise en œuvre d'un débat public ont donc été partiellement anéanties. La CNDP (Commission Nationale du Débat Public) reconnaît avec honnêteté dans son bilan (ANNEXE N°2) les aspects négatifs du débat public et son relatif échec<sup>175</sup>. Mais l'analyse qu'elle en déduit est incomplète et discutable.

## 2.5 Un bilan « nanométrique »

La CNDP affirme que « L'un des mérites du débat a été d'identifier les craintes et les inquiétudes du public, des associations et de certains collectifs qui s'opposent à l'arrivée des nanotechnologies dans la vie quotidienne »<sup>176</sup>. Cette identification paraît bien tardive si on examine la chronologie des actions de l'association Pièces et Main-

---

<sup>174</sup> Pièces et main-d'œuvre, *Nanotechnologies/Maxiservitudes*, Paris, L'esprit frappeur, n° 140, 2006.

<sup>175</sup> Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies p. 2-3 et p. 11-12, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>176</sup> *Ibid*, p. 11.

d'œuvre qui ont débuté dès la construction à Grenoble du projet Minatec dédié aux nanotechnologies en 2003<sup>177</sup>. La CNDP poursuit en écrivant que « Le débat public est arrivé à un moment crucial, celui où la fabrication et la commercialisation des produits nanotechnologiques s'accélèrent, au risque, en cas de problème sanitaire ou environnemental, de conduire au rejet par le grand public des nanotechnologies dans leur ensemble. Il était grand temps de l'informer »<sup>178</sup>. C'est à cet endroit précis que le bât blesse. Les opposants aux nanotechnologies dénoncent justement le fait que les consommateurs ont été mis devant le fait accompli, sans grande information préalable, et que sans la vigilance des associations de défense des consommateurs et de l'environnement, les préoccupations de normalisation, de toxicologie, de réglementation n'auraient pas été une préoccupation majeure du débat.

La demande d'organiser une gouvernance pluraliste des nanotechnologies et d'œuvrer à la mise en débat public des nanotechnologies a été émise par l'association Vivagora dès 2005<sup>179</sup>. Un premier débat public a été organisé par la région Ile-de-France sous la forme d'une conférence de citoyens sur les nanotechnologies en 2006-2007. Cette initiative mettait en avant un panel de quinze citoyens volontaires non spécialistes, qui ont été capables, après information sur les nanotechnologies, d'émettre des avis et des recommandations<sup>180</sup>. Ce débat est un exemple de prise en compte prioritaire des préoccupations des citoyens. Il aurait été judicieux d'organiser des conférences de citoyens sur ce modèle dans d'autres régions de France préalablement au débat public piloté par la CNDP, qui s'est terminé, comme le reconnaît la CNDP elle-même, ainsi : « C'est pourquoi, dans le cas de problématiques à propos desquelles on sait que le public est largement sous-informé, une phase d'information préalable au débat semble indispensable. En son absence, les échanges ont tendance à se dérouler entre spécialistes, loin de nos concitoyens et de leurs préoccupations »<sup>181</sup>. De plus, le débat public n'a apporté que des réponses scientifiques et non pas éthiques. Cette erreur est une des causes de l'échec du débat public.

---

<sup>177</sup> Pièces et main-d'œuvre, op. cit., p. 122-126.

<sup>178</sup> Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies p. 11, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>179</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association VivAgora, CNDP, octobre 2009, p. 1, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>180</sup> Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, du conseil général d'Ile-de-France, CNDP, octobre 2009, consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>181</sup> Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies, op. cit., p. 12.

## 2.6 La réponse gouvernementale de 2012 : confusion dans le discours

Le gouvernement français a répondu le 13 février 2012 dans un communiqué ministériel daté du 27 octobre 2011 et intitulé *Engagement du Gouvernement sur les suites à apporter au débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies* (ANNEXE N°3).

Après l'analyse de ce communiqué, il apparaît que les aspects économiques et financiers sont tout d'abord mis en avant. Les données chiffrées concernent le marché potentiel « estimé pour 2015 de 500 à 3500 milliards d'euros ». L'accent est également mis sur la concurrence économique : les sommes allouées en Recherche et Développement dans le domaine des nanotechnologies s'inscrivent dans « le plan de relance » du Gouvernement : « près de 80 millions d'euros (...) avec 10 % de cette somme allouée aux dimensions sociétales et sanitaires »<sup>182</sup>. Comme nous l'avons déjà constaté, le discours économique est prédominant dans la communication gouvernementale et les recherches sur les aspects sociétaux et sanitaires ne représentent qu'un dixième des sommes allouées. Le gouvernement prend acte que la finalité et l'utilité de certaines applications des nanotechnologies peuvent soulever des questions d'ordre social et éthique sans les nommer et fait une très brève allusion à des dérives possibles. Mais à aucun moment, il n'envisage de moratoire même temporaire de la recherche : « Le Gouvernement n'envisage pas de moratoire sur le financement public des activités de recherche mais souhaite y intégrer de manière renforcée des mesures de prévention et une démarche de précaution »<sup>183</sup>. On reste donc dans la logique de la course internationale aux nanotechnologies que le gouvernement tentera d'accompagner avec « une démarche de précaution ».

Cette expression n'utilise pas le mot *principe* qui sous-entend une obligation juridique mais le mot *démarche* qui est un concept plus large et plus flou permettant de ranger sous cette appellation toute une série de mesures d'accompagnement du développement des nanotechnologies. Cette démarche reste purement technique et s'articule autour de

---

<sup>182</sup> Commissariat Général au Développement durable, Communiqué interministériel du 27 octobre 2011 *Engagements du Gouvernement sur les suites à apporter au débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies*. p. 1. [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr).

<sup>183</sup> Commissariat Général au Développement durable, Communiqué interministériel du 27 octobre 2011 *Engagements du Gouvernement sur les suites à apporter au débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies*. p. 2. [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

la prévention des risques sanitaires et environnementaux dans une logique bénéfice/risque. A aucun moment, elle ne semble avoir les caractéristiques d'une réflexion philosophique puisqu'elle s'inscrit de toute façon dans le développement de la recherche publique en toxicologie, en écotoxicologie et en métrologie. La démarche de précaution devient un simple instrument parmi d'autres dévolu au développement des nanotechnologies et non pas un frein provisoire pour promouvoir une réflexion éthique plus approfondie de la question. Sous le terme de « démarche de précaution », le Gouvernement liste en effet une série de décisions et de mesures à venir qui visent à accompagner l'essor des nanotechnologies et, de façon sous-jacente, à baliser par des mesures rassurantes le processus d'acceptabilité des produits issus des nanotechnologies par les consommateurs.

Nous résumons ces mesures sous forme de tableau :

**Figure 13 : Série de mesures d'accompagnement de l'essor des nanotechnologies**

<b>Enjeux de recherche</b>	<b>Enjeux de développement</b>	<b>Enjeux sociaux et éthiques</b>
Développement de recherche publique en toxicologie, en écotoxicologie, en métrologie.	Renforcer la prise en compte des propriétés spécifiques des nanomatériaux au sein des directives et des règlements (en particulier lors de la refonte du règlement européen REACH sur les produits chimiques).	Soutien à une contribution des sciences humaines et sociales (SHS) pour analyser les conséquences économiques, sociales et éthiques des usages des nanotechnologies. Souhait d'une amélioration des méthodes par des approches systémiques.
Mise en place d'une méthodologie adaptée d'évaluation des risques des produits.	Positionnement en faveur de l'étiquetage des produits contenant ou émettant des nanoparticules destinés au grand public.	Souhait que les contributions des SHS soient intégrées dans la formations initiales des étudiants, chercheurs et personnels techniques afin qu'ils apprécient les questions d'éthiques liées aux nanotechnologies.
Développement d'une instrumentation de précision et de nouvelles méthodes de caractérisation.	Attention particulière portée à la prévention des risques professionnels.	Encouragement afin que les grands organismes de recherche se dotent d'un comité d'éthique dont la mission sera de prendre en compte les applications des

		nanosciences et des nanotechnologies.
Adaptation de l'offre de formation des étudiants, chercheurs et personnels techniques en complément des formations à la sécurité du code du travail.	Encouragement vis-à-vis des actions volontaires de certification.	L'Etat sera susceptible de faire appel à la CNIL <sup>184</sup> pour renforcer son action de veille et d'alerte sur la collecte des données et la traçabilité des personnes.
Amplification de la recherche sur les analyses bénéfices-risques appliquées sur l'ensemble du cycle de vie des produits.	Incitation à l'élaboration d'un état des lieux dans chaque région de l'élimination des déchets issus des nanotechnologies.	
Développement d'une méthodologie d'analyse des impacts socio-économiques adaptée aux nanomatériaux.	Suivi du projet de l'Afnor <sup>185</sup> de norme de classement des nanomatériaux selon leur dangerosité liée aux propriétés physico-chimiques et toxicologiques.	

A la lumière de ce tableau, les réponses du Gouvernement français sont techniques et conformes à la lettre de saisine du 23 février 2009 adressée à la CNDP<sup>186</sup> lors du lancement du projet du débat public :

« En particulier le débat devra permettre, à partir d'une analyse bénéfices/risques – notamment sanitaires et environnementaux – des différentes applications, d'éclairer les grandes orientations de l'action de l'Etat dans les domaines suivants :

- Modalités de soutien à la recherche et aux innovations en matière de nanotechnologies ;
- Caractérisation de l'exposition et évaluation de la toxicité sur l'Homme et les écosystèmes, notamment grâce à l'élaboration de référentiels et d'outils pour la détection des nanoparticules ;
- Information et protection du salarié sur son lieu de travail ;
- Information et protection du consommateur ;
- Organisation du contrôle et du suivi, gouvernance. »<sup>187</sup>

<sup>184</sup> CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés.

<sup>185</sup> AFNOR : Agence Française de Normalisation.

<sup>186</sup> CNDP : Commission Nationale du Débat Public.

Le débat public apparaît comme un outil permettant au Gouvernement d'élaborer sa politique vis-à-vis du développement des nanotechnologies. Le Gouvernement attendait des réponses techniques et scientifiques du débat public alors que le public non spécialiste attendait, certes des explications scientifiques pour mieux appréhender les nanotechnologies, mais aussi des réponses sur ses préoccupations éthiques. Le malentendu se situe à ce niveau et a contribué à l'échec du débat public, échec que le Gouvernement ne relève nullement dans sa réponse alors que le bilan de la CNDP<sup>188</sup> le reconnaît. Les préoccupations du public étaient en particulier d'ordre environnemental et sanitaire mais également social et anthropologique au sens large.

En réponse aux enjeux de recherche et aux enjeux de développement, le communiqué ministériel envisage la mise en place de mesures concrètes et techniques aux questions environnementales et sanitaires. Ces mesures font certainement écho aux fortes préoccupations écologiques actuelles. Les solutions envisagées pour les enjeux sociaux et éthiques ne sont réellement que des suggestions, des souhaits et des encouragements. Cet état de fait met en évidence le retard qu'a pris la réflexion sur les préoccupations éthiques par rapport à la mise au point d'objets issus des nanotechnologies. Le Gouvernement laisse le soin aux grands organismes de recherche de mettre en place des comités d'éthique. Deux questions se posent alors : tous les organismes se sont-ils dotés de tels comités et ont-ils mené une réflexion approfondie sur les questions éthiques à proprement parlé ? De surcroît, leur mission semble se réduire à « prendre en compte les applications des nanosciences et des nanotechnologies ». Le mot *applications* induit l'idée selon laquelle la réflexion éthique des comités arrive après la mise au point des produits.

Aux sciences humaines est confiée la mission de réfléchir aux enjeux sociétaux, anthropologiques et éthiques. Les résultats futurs de ces recherches devraient être intégrés dans la future formation initiale des étudiants scientifiques, des chercheurs et personnels techniques. Autrement dit, jusqu'à présent la formation des scientifiques n'était pas susceptible d'inclure systématiquement cet aspect. Le souhait d'un rapprochement et d'un dialogue entre sciences dites « dures » et sciences humaines est un point positif mais cette réponse gouvernementale ne peut masquer ni la dyssynchronie qui existe entre le rythme rapide d'avancée de la recherche et du

---

<sup>187</sup> Lettre de saisine du 23 février 2009, p. 2 téléchargeable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>188</sup> Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies 15 octobre 2009 – 24 février 2010, 9 avril 2010, p. 3.

développement des nanotechnologies et le rythme plus lent des recherches en sciences humaines, ni la priorité budgétaire octroyée au développement des nanotechnologies au détriment de la réflexion globale des sciences humaines.

Cette impression, que la réflexion éthique ne peut arriver *qu'après coup*, demeure dans le discours gouvernemental. De surcroît, il convient également de se poser la question de savoir dans quelle mesure l'appel aux sciences humaines ne masque-t-il pas une instrumentalisation de ces dernières pour favoriser un processus d'acceptabilité des produits issus des nanotechnologies par la société<sup>189</sup>. L'élaboration d'une réflexion des sciences humaines en général et d'une nano-éthique en particulier se réduirait alors à prévenir et à « soigner » le syndrome OGM qui est prégnant en France.

On peut également se demander si en privilégiant une « démarche de précaution », on ne propose pas, de fait, une pâle copie du principe de précaution. Le principe de précaution est pourtant devenu un principe de droit national depuis la rédaction et la mise en application de la Charte de l'environnement en 2005<sup>190</sup>. Un brouillage sémantique a lieu lorsqu'on utilise indifféremment « démarche de précaution » à la place de « principe de précaution ». La distinction est principalement juridique : une « approche ou une démarche de précaution » est une mesure non opposable en droit alors que le « principe de précaution » est une mesure opposable aux parties en droit<sup>191</sup>. Le « principe de précaution » implique donc en France des conséquences juridiques. Une première édulcoration s'opère dans le fait de privilégier une démarche de précaution plutôt qu'un principe de précaution. La démarche de précaution permet de ne pas fixer de façon claire les obligations, d'éviter les implications juridiques. Il y a, de plus, autant de compréhension du mot « démarche » que d'acteurs en présence. Comment définir la « démarche de précaution » ? Que doit-on y inclure ? Qui l'élabore ? Quelles sont les motivations de la rédaction d'un document attestant d'une démarche de précaution par les organismes de recherche ou par les industriels ?

---

<sup>189</sup> Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Vanessa NUROCK, « Ethique des nanotechnologies » in Emmanuel HIRSCH (dir.), *Traité de bioéthique, I Fondements, principes, repères*, Toulouse, Editions Erès, 2010, pp. 356-357.

<sup>190</sup> Article 5 de la *Charte de l'environnement* : « Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leurs domaines d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage ».

<sup>191</sup> Georges A. LEGAULT, Louise BERNIER, Charles-Etienne DANIEL, Caroline FONTAINE, Johane PATENAUDE avec la collaboration de Joanie LAPALME, *Nanotechnologies et principe de précaution*, Laval (Québec), Presses de l'université Laval, 2012, p. 87.



Une deuxième édulcoration a paradoxalement lieu si on utilise de façon systématique le « principe de précaution » dans le sens où on peut assister à un amoindrissement des obligations morales au profit des obligations juridiques. Le risque est qu'un glissement vers la facilité s'opère quant à l'utilisation du principe de précaution : on passe d'obligations morales à des obligations purement légales qui s'élaborent en fonction de la jurisprudence. Le juge devient alors l'acteur principal du « balisage » quant à l'évolution des nanotechnologies. Devant la complexité d'élaborer une éthique cohérente des nanotechnologies, la solution de facilité est privilégiée. Le discours sur les nanotechnologies est brouillé, le rôle de l'éthique et le rôle du droit sont parfois confondus.

La réflexion éthique se concentre sur le développement technologique, sur ses conséquences possibles et sur une réflexion de l'usage qu'on en fait ou qu'on risque d'en faire. Il ne s'agit pas d'un discours impliquant des contraintes mais des analyses intellectuelles. C'est la raison pour laquelle il est important qu'elle ait lieu en amont et en aval de l'élaboration d'un produit issu des nanotechnologies. Le droit, quant à lui, fixe des contraintes et des obligations relatives à l'élaboration des produits issus des nanotechnologies et aux procédés de fabrication. Il statue en cas de non respect de la loi, en particulier en cas de non respect de normes de sécurité, par des peines et des réparations. A condition que les processus de certification des nano-produits soient en place et qu'un système de contrôle soit efficace, le droit contribuerait ainsi à limiter les risques sur l'environnement et la santé humaine. De façon idéale, l'élaboration des lois devrait s'appuyer sur la réflexion éthique d'une société donnée. L'éthique est première par rapport au droit dans le sens où elle propose une réflexion sur les choix institutionnels, sociétaux voire individuels (en tant que consommateurs par exemple). Elle se base non pas sur une vision au cas par cas comme la jurisprudence mais sur une vision plus globale de la société et du monde dans lequel nous voulons vivre ou pas.

Le discours éthique fixe des limites en fonction des théories morales auxquelles il se réfère et se heurte par conséquent au discours actuel de la science, plus précisément de la techno-science. Le leitmotiv du progrès « sans limite » garde une connotation scientiste mais, contrairement au 19<sup>e</sup> siècle, il inclut désormais une argumentation économique de profit, de création d'emplois et de richesse à laquelle les gouvernants ne peuvent restés insensibles en temps de crise économique et financière. Cet antagonisme



entre discours limitatif de l'éthique et discours « sans limite » de la science et de l'économie se retrouve dans le cas de l'émergence de la nanomédecine. Les paradoxes persistent également dans ce champ particulier.

### 3. Focalisation sur les enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine

#### 3.1 L'aspect paradoxal des produits de la nanomédecine

En référence à la première partie de ce travail, il paraît judicieux à ce stade de reprendre la problématique des médicaments et des dispositifs de diagnostics issus des nanotechnologies en soulignant les paradoxes et en distinguant nettement les implications.

La très petite taille des dispositifs issus des nanotechnologies est la propriété essentielle qui intéresse les chercheurs. La taille nanométrique permet d'amener au plus près de la cible des molécules médicamenteuses puisque ces dernières ont la possibilité de traverser les barrières cutanées, sanguines et organiques. Mais un premier paradoxe surgit : le passage à travers ces barrières physiologiques pose un problème majeur de tolérance. Comment le corps humain va-t-il réagir à l'intrusion des vecteurs et des nanoparticules médicamenteuses ?

Le deuxième paradoxe, qui découle directement du premier, est le suivant : la vectorisation ciblée des médicaments permet de délivrer une substance active et d'atteindre très précisément un endroit spécifique du corps. Ainsi une tumeur cancéreuse peut être atteinte sans endommager les cellules et les tissus environnants. La vectorisation permet de diminuer la dose de substance active puisqu'elle est mieux ciblée et qu'une déperdition du produit est évitée. On peut envisager une meilleure tolérance du produit actif et une diminution des effets secondaires. Mais la taille nanométrique de la substance active ou du vecteur qui l'achemine peut avoir des conséquences sur l'organisme ou sur la réaction du système immunitaire qu'on n'est pas actuellement capable d'évaluer et de mesurer précisément. L'état actuel de la toxicologie ne permet pas encore d'analyser précisément les risques.

A condition que le corps tolère les nanoparticules, le problème de leur évacuation est posé. S'il s'agit d'outils de diagnostic embarqués comme des gélules contenant des caméras, dont certains éléments miniaturisés sont de taille nanométrique et qui

permettent par endoscopie de filmer l'intérieur du système digestif, le dispositif sera évacué par le corps à l'issue de son voyage et ne présente pas *a priori* d'effets secondaires. S'il s'agit de transporteurs de molécules anticancéreuses enveloppées dans des vésicules lipidiques qui sont biodégradables, comment se dégradent-elles ? Restent-ils des résidus ? Si ces résidus sont évacués dans les urines par exemple, un risque existe-t-il de les retrouver dans les eaux usées et dans les rivières. On a ainsi retrouvé des traces d'hormones et d'antibiotiques dans les rivières et les fleuves.

Le troisième paradoxe serait donc un risque peut-être non pertinent pour le corps humain mais un risque éventuel pour l'environnement. Il faut toutefois noter que depuis 2006 les lois européennes prévoient l'évaluation des risques environnementaux dans le dossier d'autorisation de mise sur le marché des médicaments. La question se pose actuellement des moyens de mesurer de façon précise la quantité de nanoparticules dans l'environnement.

Le quatrième paradoxe concerne les implants et les prothèses composés de nanomatériaux. L'avantage est qu'ils sont plus résistants et sont susceptibles d'être changés moins souvent, ce qui est bénéfique pour le patient qui subira moins d'interventions chirurgicales. Cependant certains dispositifs sont ou seront couplés à des interfaces électroniques comme les prothèses visuelles ou auditives ; d'autres dispositifs feront appel à des interfaces avec le milieu vivant en utilisant les techniques de l'ingénierie tissulaire. Or, l'interface avec le milieu vivant pose des questions éthiques car elle touche à la limite entre naturel et artificiel et remet en question cette limite. Est-il souhaitable de transgresser cette limite et jusqu'à quel niveau peut-on pousser la sophistication des interfaces ?

Enfin, les laboratoires sur puces sont des outils de diagnostic à la disposition du médecin. Ils permettent une accélération importante dans le processus d'analyse des résultats. L'analyse des marqueurs biologiques *in vitro* du patient va donner la possibilité de mettre en place une thérapie plus adaptée. Cependant l'utilisation de cet outil et l'annonce des résultats doivent prendre place dans un cadre clair. C'est-à-dire dans le cadre d'une médecine active où le diagnostic est destiné à soigner de façon plus rapide et plus efficace le patient sans toutefois négliger la médecine préventive qui tente de limiter les risques de développement d'une maladie par une hygiène de vie et un cadre de vie adéquat. Le paradoxe se situerait dans l'hypothèse où une médecine

« prédictive » prendrait l'avantage, c'est-à-dire dans l'hypothèse où le diagnostic serait utilisé sur un patient en bonne santé pour lui annoncer les maladies qu'il risquerait de développer dans le futur après avoir découvert certaines prédispositions génétiques. Une telle annonce risquerait d'hypothéquer sa vie et de créer une source d'angoisse inutile. La prédisposition génétique n'implique pas obligatoirement et de façon inéluctable le développement de la maladie.

### 3.2 Une éthique dialogique pour les nanotechnologies appliquées à la médecine.

Face aux paradoxes auxquels les chercheurs se heurtent tant sur le plan technique que sur la signification et l'impact de l'acte médical, une éthique dialogique semble appropriée pour les nanotechnologies appliquées à la médecine. Les problèmes posés par cette avancée de la science touchent plusieurs domaines de l'éthique.

Premièrement, l'éthique médicale à proprement parlée qui, selon la définition de Didier Sicard, « couvre tout le champ relationnel de la médecine », deuxièmement, la bioéthique qui « couvre le questionnement existentiel et ontologique du rapport au vivant »<sup>192</sup>. L'éthicien n'est pas complètement démuné et dépourvu d'outils de réflexion générale mis à sa disposition tels que la déclaration universelle sur la bioéthique et les droits de l'homme adoptée par l'UNESCO le 19 octobre 2005 ainsi que les différents rapports de l'UNESCO relatifs à la science et plus spécifiquement aux nanotechnologies dans lesquels certains chapitres traitent plus particulièrement de la médecine<sup>193</sup>. Il peut également tirer profit des cadres posés en matière de normes et de principes par l'éthique médicale comme, par exemple, les quatre principes du rapport Belmont (1978) qui reste le texte fondamental de l'éthique nord-américaine : autonomie (respect de l'autonomie du patient), bienfaisance ou « do good » (la bienfaisance), la non-maléfaisance (*primum non nocere* : d'abord ne pas nuire), la justice. Dans le cadre français, les lois de bioéthique, le droit médical, les procédures d'autorisation de mise

---

<sup>192</sup> Didier SICARD, *L'éthique médicale et la bioéthique*, Presses Universitaires de France, coll. Que sais-je ? N° 2422, Paris, 2009, p. 4.

<sup>193</sup> UNESCO, Déclaration universelle sur la bioéthique et les droits de l'homme, 33e session de la conférence générale du 19 octobre 2005.

UNESCO, *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, Paris, éditions UNESCO, coll. Ethiques, 2008.

UNESCO, Division de l'éthique des sciences et des technologies, *Ethique et politique des nanotechnologies*, Paris, éditions UNESCO, 2007.

UNESCO, COMEST, Division de l'éthique des sciences et des technologies, *Les nanotechnologies et l'éthique. Politiques et stratégies*, Paris, éditions de l'UNESCO, 2008.

UNESCO, COMEST, Commission Mondiale d'Ethique des Connaissances Scientifiques et des Technologies, *Rapport sur l'Ethique de la Science*, Kuala Lumpur, Malaisie, 16-19 juin 2009.

sur le marché des médicaments constituent également des sources importantes de réflexion.

La question pertinente est de cerner en quoi les nanotechnologies remettent en question l'analyse éthique traditionnelle et dans quelle mesure elles réinterrogent notre façon de construire nos normes. Deux questions seraient à traiter : l'une purement technique consiste à se demander si les procédures actuelles d'autorisation de mise sur le marché des médicaments et la pharmacovigilance sont suffisantes pour les nanomédicaments et les dispositifs utilisant des nanomatériaux ou des nanoparticules. On assiste tout particulièrement en France à un questionnement grandissant sur l'efficacité et la transparence des procédures d'autorisation de mise sur le marché des médicaments. Cette remise en cause est alimentée par le scandale du Mediator® et par le doute sur l'efficacité ou la dangerosité de certains médicaments<sup>194</sup>. Face à l'état actuel d'avancement de la toxicologie concernant les nanomédicaments, les procédures d'autorisation de mise sur le marché sont-elles suffisantes alors qu'elles sont remises en cause pour les médicaments « classiques » ? La seconde question concerne l'axiologie bénéfice / risque qu'utilise le corps médical pour prendre une décision de protocole de soins. Cette axiologie reste-t-elle la seule pertinente en ce qui concerne la nanomédecine ?

### 3.3 La méthode de l'analyse d'un cas éthique

L'analyse d'un cas éthique en médecine va faire intervenir un outil majeur qui est l'axiologie bénéfice / risque, le consentement éclairé du patient mais également les convictions du patient et les convictions du médecin. En s'inspirant d'une grille d'éthique philosophique<sup>195</sup>, l'analyse de l'utilisation des nanotechnologies en médecine n'est pas simple.

Cette grille procède en quatre étapes : étape 1, le dilemme éthique ; étape 2, l'analyse de l'agir ; étape 3, l'appréciation éthique d'une décision ; étape 4, résumé du cas. Le

---

<sup>194</sup> Irène FRACHON, *Mediator 150 mg : Combien de morts ?*, Paris, éditions-dialogues.fr, coll. Nouvelles Ouvertures, 2010.

Bernard DEBRE, Philippe EVEN, *Guide des 4000 médicaments utiles, inutiles ou dangereux*, Paris, Le Cherche Midi, coll. Documents, 2012.

<sup>195</sup> Marie-Jo THIEL, Xavier THEVENOT, *Pratiquer l'analyse éthique. Etudier un cas. Examiner un texte*, Paris, Cerf, 2007.

dilemme éthique s'articule entre la maladie à soigner considérée comme un mal ontique (par exemple : un cancer qui s'inscrit dans le corps du patient et qui hypothèque la suite de son existence) et les moyens dont dispose le médecin pour combattre ce mal. Les moyens sont, dans ce cas, les nanotechnologies appliquées à la médecine. Le problème éthique est donc l'opportunité du traitement novateur basé sur les nanotechnologies et son articulation avec le temps (court, moyen et long terme) ainsi que la notion d'urgence dans la prise de décision et dans l'action thérapeutique.

L'analyse de l'agir va dépendre des circonstances. Ces dernières sont tributaires de paramètres qui vont orienter la décision. Ils sont de trois ordres.

En premier lieu, le traitement par nano-médicaments sera-t-il proposé en premier instance dès le diagnostic de la maladie (court terme) ou après plusieurs tentatives de traitements classiques de chimiothérapie (moyen terme) ? Sera-t-il utilisé seul en substitution des traitements classiques ou en complément de ces traitements ? La prise de décision est subordonnée à l'axiologie bénéfice / risque et à l'état d'urgence de la pathologie. La difficulté est de mesurer le rapport bénéfice / risque en fonction de l'urgence, de la gravité et de l'état d'avancement de la maladie et de son évolution probable.

En second lieu, l'état des connaissances du médecin sur les nano-médicaments est-il actualisé ? Comment peut-il évaluer les effets secondaires d'un nano-médicament alors qu'il existe actuellement encore peu de certitude sur les effets secondaires et sur les conséquences toxicologiques des nano-médicaments ? Certes le problème de l'incertitude d'un nouveau traitement peut être résolu par la proposition faite au patient d'entrer dans un essai thérapeutique. L'essai thérapeutique s'inscrit dans un travail en équipe soumis à un cadre strict avec une évaluation objective de la situation et les résultats obtenus servent *in fine* à la collectivité. Mais cette solution ne règle pas actuellement le problème de la toxicité des nanoparticules.

En troisième lieu, la démarche d'expliquer au patient les avantages et les inconvénients du traitement est primordiale dans l'élaboration et dans l'obtention du consentement éclairé du patient. Actuellement, il est très difficile de prévoir les effets toxicologiques des nano-médicaments. Que vaut alors le consentement éclairé du patient si les conséquences des nano-médicaments sur le corps humain ne sont pas encore connues ? Le patient pourrait donner son consentement sans difficulté mais avec la persistance d'une zone d'ombre sur sa propre compréhension forcément incomplète du traitement.

Un autre écueil, dans un cas d'urgence, est le temps nécessaire à consacrer à l'explication de la démarche thérapeutique auprès du patient afin d'obtenir son consentement éclairé. Le patient est rendu vulnérable par la maladie et les réactions psychologiques peuvent être exacerbées, qu'ils s'agissent de réactions de révolte, de déni, de culpabilité, de sidération, d'absence de réaction, de refus de lutter ou de se soigner vis-à-vis de l'annonce puis de l'évolution de la maladie.

**Figure 14 : Analyse d'un cas éthique : l'analyse de l'agir**

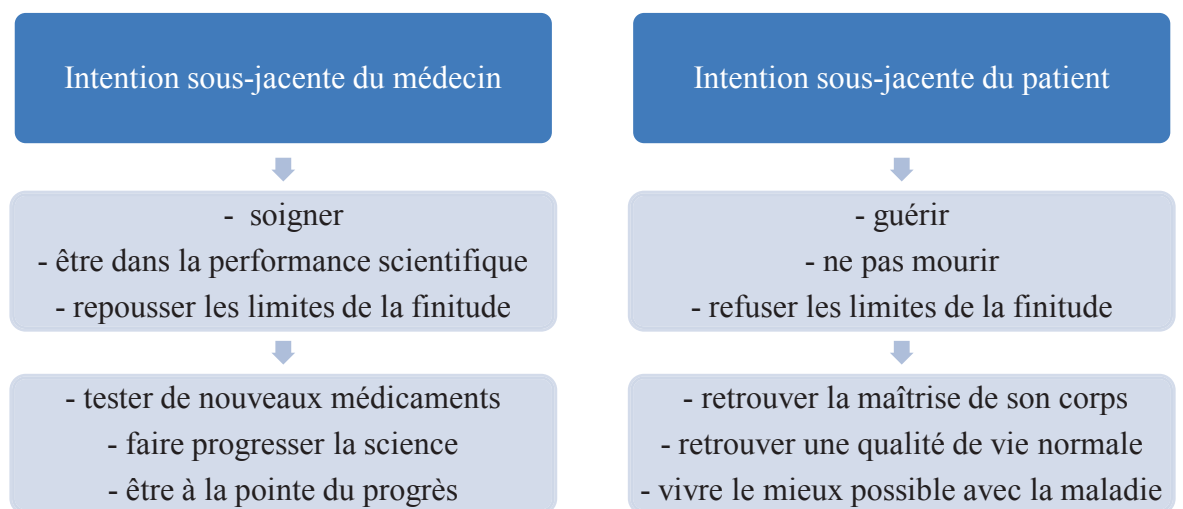
Etape 2 : Analyse de l'agir axiologie bénéfice/risque + évaluation de l'urgence		
<b>Paramètre N° 1</b>  Quand utiliser le nanomédicament ?  - en 1ère instance - en 2e instance (en substitution, en complément)	<b>Paramètre N° 2</b>  Etat de connaissance du médecin ?  - effets secondaires - toxicologie  L'incertitude contournée par la proposition d'entrer éventuellement dans un essai thérapeutique.	<b>Paramètre N° 3</b>  Consentement éclairé du patient hypothéqué ?  - incertitude des effets des nanomédicaments sur le corps  - temps nécessaire pour obtenir le consentement  - réactions négatives (révolte, déni, culpabilité, sidération, aucune réaction, refus de lutter ou de soins)

L'analyse de l'agir va dépendre également de l'intention du médecin et du patient. L'intention repose sur le désir profond plus ou moins conscient et formulé du médecin et/ou du patient. Ce désir implique des aspects psycho-anthropologiques. Les motivations du médecin peuvent être de soigner son patient, de tester de nouveaux médicaments avec l'idée de faire progresser la science et d'être à la pointe du progrès, de repousser les limites de la finitude et de la mort. La question se pose également de savoir comment le médecin voit le corps de son patient : le corps est-il une personne avant tout, ou bien est-il une entité organique dont le fonctionnement est mis à mal par la maladie et qu'il faut soigner ? Du côté du patient, les motivations sont-elles de guérir, de ne pas mourir, de refuser la finitude, de retrouver la maîtrise de son corps, de retrouver une qualité de vie normale, de vivre le mieux possible avec la maladie ?

Comment le patient considère-t-il son propre corps : comme un objet ou pas ? Surgit ici le questionnement anthropologique suivant : la personne est-elle un corps, autrement dit est-elle sujet ? Ou bien, la personne a-t-elle un corps et se sent-elle objet ? La question des limites dans lesquelles doit s'inscrire la réparation du corps humain se pose également ainsi que la question de savoir si la prévention n'est pas plus importante que l'analyse des bénéfices et des risques dans une thérapeutique.

Nous verrons dans la troisième partie de ce travail que ces questions sur la compréhension du corps et sur son degré possible de réparation vont ressurgir de façon problématique dans le discours du courant transhumaniste sur les nanotechnologies.

**Figure 15 : Intentions sous-jacentes dans l'analyse d'un cas éthique**



L'analyse de l'agir en tant que tel consiste aussi à étudier l'aspect technique du protocole de soins. L'action de soigner consiste dans ce cas précis (juguler une tumeur cancéreuse) à introduire des nanomédicaments dans le corps et à suivre le bon déroulement de la vectorisation de ces nanomédicaments. Cette action induit plusieurs questions pratiques à résoudre : qu'en est-il du suivi du vecteur, de sa tolérance par le corps humain, de sa toxicité, de son passage éventuel des barrières organiques et encéphaliques, du devenir, de l'élimination et de l'évacuation du médicament vectorisé ? Ces incertitudes à l'heure actuelle des données scientifiques vont avoir une influence sur les conséquences de l'agir. La temporalité va à nouveau entrer en scène : il

faudra prendre du recul sur le temps présent et sur le bénéfice immédiat des nanomédicaments, ne pas occulter à plus long terme les effets secondaires indésirables sur le patient. Nous sommes ici en présence de problèmes classiques inhérents à tous nouveaux médicaments. Cependant les nanomédicaments et les autres nano-dispositifs médicaux comme les prothèses exacerbent les problématiques et amplifient les interrogations d'ordre éthique sur l'agir. Pour les nanomédicaments, il ne s'agit plus de réactions chimiques classiques entre une molécule et le corps humain mais de réactions physico-chimiques liées aux phénomènes quantiques de la matière à l'échelle du nanomètre.

En ce qui concerne les prothèses, le questionnement éthique doit tenter de discerner et d'évaluer les effets « humanisants » et les conséquences déshumanisantes d'une décision. Si on envisage une prothèse issue des nanotechnologies comme une prothèse auditive sophistiquée, voire une interface *via* des capteurs électriques entre le cerveau humain et un ordinateur, qui permettent la possibilité d'établir une communication jusque-là impossible ou une amélioration de la communication suite à des lésions cérébrales congénitales ou accidentelles, on peut alors considérer qu'elle est « humanisante ». En effet, la prothèse va permettre d'établir ou d'améliorer les relations humaines entre le patient et son environnement. Elle va servir d'outil à l'élaboration d'échanges verbaux écrits ou oraux et rétablir une partie des fonctions communicationnelles ou langagières du patient. Il pourra éventuellement envisager son retour dans la vie sociale.

Dans le cas où une prothèse serait implantée sur un sujet sain et en bonne santé dans le seul but d'augmenter ses capacités naturelles normales dont il a déjà la pleine jouissance, alors on peut considérer qu'elle devient « déshumanisante ». Cette hypothèse sort du champ de la médecine *stricto sensu*. La prouesse technique peut faire ici oublier l'humanisme médical, le but premier de la médecine qui est de soulager les maux et la notion de « normalité » en médecine. La notion de normalité en médecine ne coïncide pas avec une normalité sociale qui peut fluctuer en fonction de l'époque, de « modes », de canons esthétiques aléatoires, de discours pseudo-philosophiques plus ou moins utopiques comme, par exemple, celui prôné par le courant transhumaniste.

Le rôle du comité d'éthique dans une unité de soins entre alors en jeu et le processus de délibération éthique devrait être décisif face à l'éventualité d'utiliser tel ou tel protocole de soins. Les critères d'évaluation du protocole par le comité d'éthique devraient être la



clarté, la cohérence, la scientificité, la protection des personnes<sup>196</sup>. Si l'objectif du dialogue éthique du comité d'éthique est de « prendre une décision concertée qui conduira à des actes »<sup>197</sup> alors, aussi paradoxal que cela puisse paraître, la réflexion éthique devrait être dans le cas qui nous occupe tour à tour systémique, dialogique et contextuelle.

Elle devrait être systémique en prenant en compte tous les paramètres actuellement connus sur les nanomédicaments sachant que l'écueil possible est le degré hétérogène des connaissances sur un nouveau médicament des différents membres du comité d'éthique, qui ne sont pas tous spécialistes des nanotechnologies en médecine et qui doivent se fier au discours de l'investigateur qui propose le nouveau médicament.

La réflexion éthique devrait être dialogique en analysant les paradoxes soulevés plus haut dans l'analyse de l'agir, à savoir : l'axiologie incontournable mais pas suffisante bénéfique / risque, l'intention du médecin / l'intention du patient, soigner / guérir, les convictions philosophiques, morales, religieuses du médecin / les convictions philosophiques, morales, religieuses du patient, les effets « humanisants » / les effets déshumanisants. Elle devrait être dialogique également sur un autre plan, à savoir : par la confrontation si possible fructueuse des analyses de chacun des membres du comité d'éthique en supposant que les valeurs éthiques soient partagées par tous les membres.

La réflexion éthique devrait être contextualisée de façon générale en tenant compte de la spécificité de notre époque postmoderne bercée par un discours objectivant des sciences et d'un discours de rentabilité économique. Ce type de discours peut éventuellement être tenu par l'investigateur du nouveau médicament. Il convient donc d'en être conscient et de prendre ses distances par rapport à ce type de discours.

Elle devrait être contextualisée de façon particulière dans la mesure où il s'agit de prendre en compte un patient à soigner dans sa singularité et en tenant compte de ses propres convictions et réflexions sur sa situation, de son contexte social et familial, de ses convictions morales et religieuses le cas échéant. Ce patient est d'autant plus perméable au discours objectivant qu'il est en situation de souffrance physique, de souffrance morale et psychologique face à la maladie. De surcroît, il peut se considérer

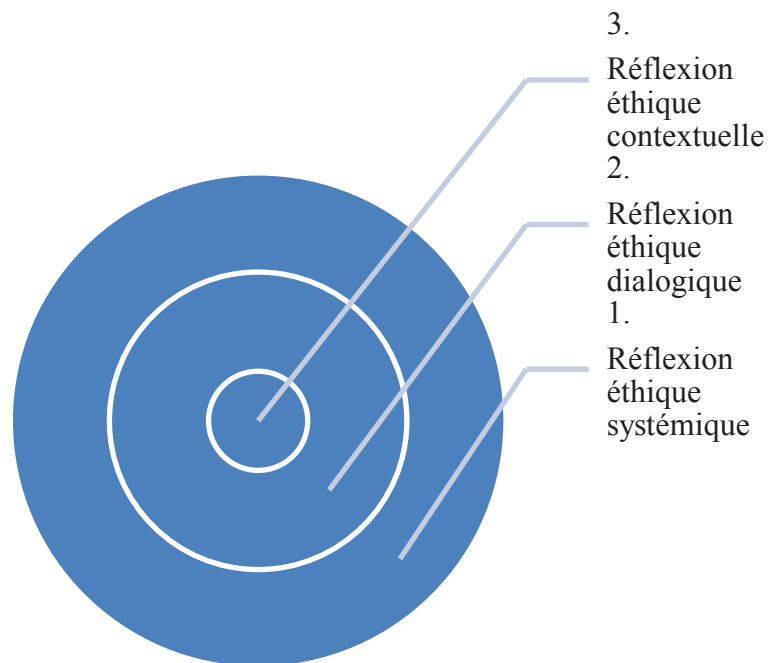
---

<sup>196</sup> Florence QUINCHE, *La délibération éthique, contribution du dialogisme et de la logique des questions*, Paris, éditions Kimé, 2005, p. 376-378.

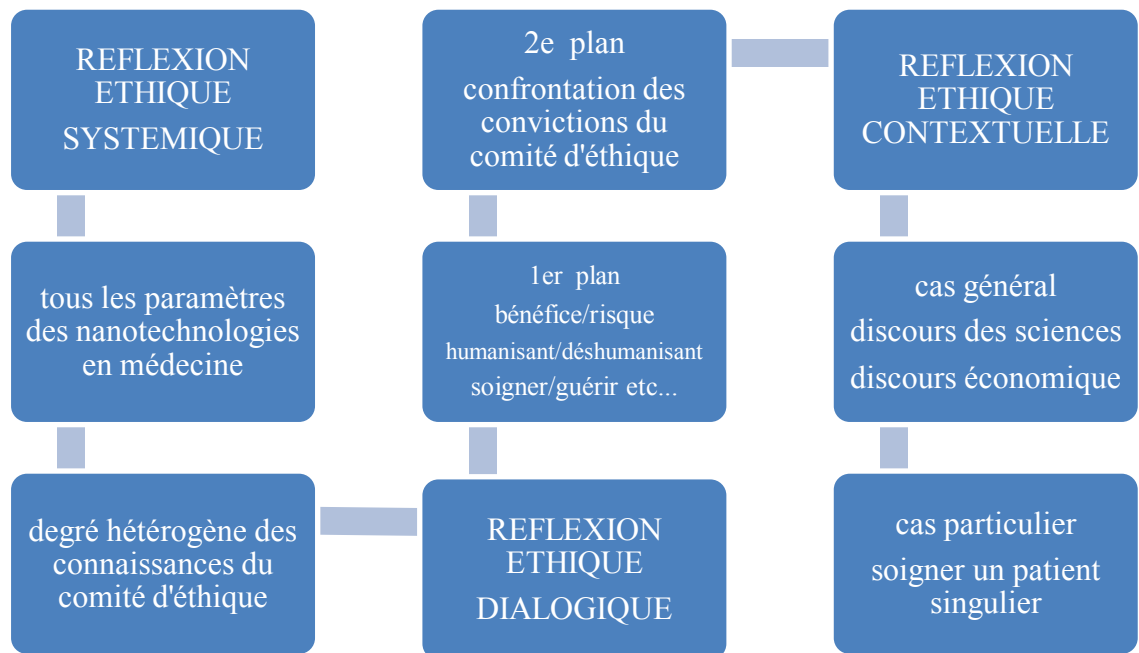
<sup>197</sup> *Ibid*, p. 311.

en position d'impuissance face à la décision du corps médical, en position d'infériorité face au savoir du médecin, en position de dépendance psychologique face à l'institution médicale. Nous pouvons en conclure que la réflexion éthique contextuelle s'avère être la plus importante au regard du patient mais elle doit tout d'abord être nourrie de façon approfondie et rigoureuse par la réflexion éthique systémique et dialogique.

**Figure 16 : Angle de réflexion éthique en trois temps du général au particulier**



**Figure 17 : Articulation d'une réflexion éthique systémique, dialogique et contextuelle**



Le comité d'éthique pourrait être confronté également à une tendance se situant en marge de la médecine conventionnelle qui est le modelage ou l'augmentation de l'humain. Ce modelage ou cette augmentation sont rendus possibles par certains dispositifs issus des nanotechnologies. Une attention toute particulière devra être appliquée à la frontière parfois floue entre l'agir du médecin (soigner) et les limites de l'agir du médecin (modelage du corps humain ; augmentation des performances).

### 3.4 Les frontières de l'agir médical : soigner ou « augmenter » ?

L'élaboration d'une nano-éthique va se heurter à un problème spécifique des nanotechnologies appliquées à la médecine dans le sens où elles vont jouer sur deux plans. Ces deux plans devraient être bien distincts. Mais dans les discours prospectifs et promotionnels sur les progrès possibles qu'apporteront les nanotechnologies, c'est loin d'être le cas. La frontière reste floue entre les avancées strictement médicales et les avancées extra-médicales.

Le but premier de la médecine est de restaurer un état de santé normal ou ordinaire, c'est-à-dire de passer de l'état pathologique à l'état initial « ordinaire » par le moyen d'une thérapeutique ou d'un protocole de soins. Dans ce cas, les avancées possibles

grâce aux nanotechnologies qui ont été décrites dans la première partie de ce travail sont d'ordre médical, par exemple : soigner un cancer, introduire une prothèse pour pallier l'usure ou la détérioration d'un membre ou d'un organe dans le but de retrouver l'état initial de bon fonctionnement du corps, établir un diagnostic plus rapide concernant une pathologie déjà déclarée grâce aux laboratoires sur puce. Il s'agit donc de remédier à une détérioration accidentelle ou temporelle d'un corps sain et de tendre à lui redonner toutes ses fonctionnalités : la première étape est donc de soigner et si possible de guérir le patient. Les décisions sont prises avec le consentement éclairé du patient selon l'axiologie bénéfice/risque. Même si l'attention a été attirée plus haut sur les limites de cette axiologie eu égard aux actuelles connaissances toxicologiques partielles sur les nanomédicaments, les décisions restent en adéquation avec la déontologie médicale. Le cadre reste donc strictement médical.

Une deuxième étape consiste à passer d'un état de santé initial « ordinaire » à un état « amélioré ». Dans ce cas, il ne s'agit pas de soigner une pathologie déclarée. C'est à cette étape que se situe le concept d'anthropotechnie élaboré par Jérôme Goffette<sup>198</sup> dont il donne la définition suivante : « Art ou technique de transformation extra-médicale de l'être humain par intervention sur sa physiologie » ou bien « Art de la transformation de l'homme par lui-même »<sup>199</sup>. Il ne s'agit pas de la prise de médicaments anxiolytiques ou de médicaments antidépresseurs qui sont prescrits suite à un diagnostic médical pour soigner une véritable maladie psychique. Il s'agit d'une amélioration souhaitée – mais non indispensable - des performances physiques du corps humain en se dopant, d'une amélioration des performances intellectuelles ou de modifications de l'humeur avec la prise de psychostimulants. A ce stade, l'amélioration est réversible par l'arrêt de la prise de ces substances, quoique non exempte d'effets secondaires sur le corps humain comme la dépendance à ces produits et un sevrage difficile, ou bien d'éventuelles séquelles neurologiques selon la dose et la durée de la prise.

Une troisième étape effectuée, par degré, un pas supplémentaire en passant d'un état de santé initial « ordinaire et naturel » à un état « modifié », « transformé ». La chirurgie esthétique de confort procède de cette troisième étape dans la mesure où il n'y a pas de

---

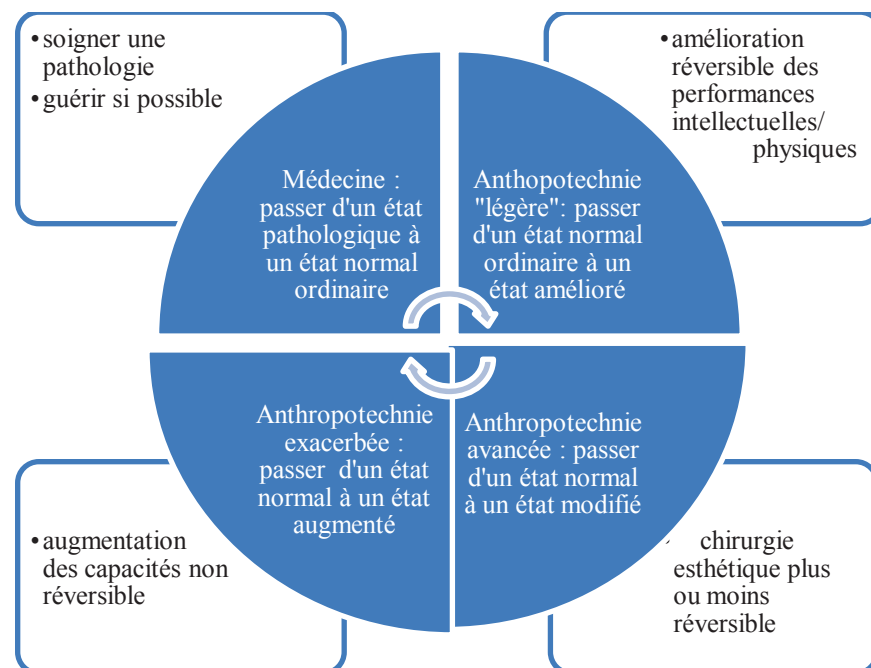
<sup>198</sup> Jérôme GOFFETTE, *Naissance de l'anthropotechnie. De la médecine au modelage humain*, Paris VRIN, 2008.

<sup>199</sup> *Ibid*, p. 69-70.

raison à proprement médicale. Les raisons sont d'ordre esthétique : se transformer physiquement pour atteindre un idéal de beauté qui de surcroît varie selon les époques. Les raisons peuvent aussi être d'ordre psychologique : se réconcilier avec son apparence physique, avec son propre corps, avec son identité profonde dans le cas du changement de sexe. Elles peuvent être d'ordre social : espérer une meilleure intégration sociale et une meilleure acceptation d'autrui en gommant une anomalie physique invalidante, en voulant s'approcher de la notion vague, fluctuante selon les cultures et donc problématique de « normalité sociale » comme, par exemple, en occident l'impératif actuel de devoir rester jeune, beau et dynamique le plus longtemps possible tant dans sa vie privée que dans sa vie professionnelle.

Un dernier degré est atteint avec l'idée d'un état « augmenté ». A ce stade, l'augmentation des capacités s'avère difficilement réversible. Des discours prospectifs sur les possibilités des nanotechnologies appliquées au corps humain feraient alors partis d'une anthropotechnie exacerbée et poussée dans sa logique la plus extrême.

**Figure 18 : Les frontières de l'agir médical**



L'idée d'un état augmenté se trouve dans deux domaines, l'un relativement concret : le domaine militaire, et l'autre actuellement plutôt utopique : les affirmations des transhumanistes.

Au niveau de l'utilisation des nanotechnologies à des fins militaires, on assiste à un brouillage de trois discours. D'un côté, un discours médical qui vise à protéger ou à soigner un soldat blessé à distance sur le champ de bataille. Les exemples qui suivent ont une action externe : des vêtements qui se transforment en armure « améliorée et intelligente » et qui sont capables de compresser une plaie pour éviter une hémorragie, d'injecter des médicaments, de durcir et de maintenir un membre blessé ou fracturé en formant une sorte d'attelle.

D'un autre côté, un discours qui revêt l'apparence du discours médical mais qui contient des éléments de l'ordre de l'augmentation des capacités du soldat : l'implantation dans le corps du soldat de dispositifs qui seraient capables d'injecter ponctuellement en fonction de ses besoins des substances augmentant sa résistance physique et/ou psychologique. On en arrive à une situation ambiguë entre un procédé relevant de la greffe et un procédé relevant du dopage. Cette situation n'est plus d'ordre médical et s'inscrit même en faux par rapport à la déontologie médicale. Les avancées du programme NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitive) des Etats Unis se trouvent également en contradiction avec l'éthique du *care* (éthique du « prendre soin ») selon certains auteurs<sup>200</sup>.

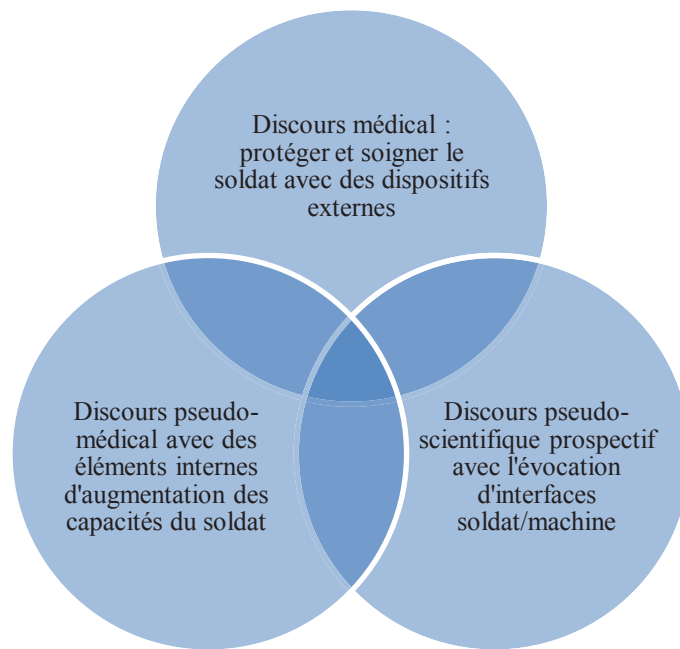
Enfin un discours qui relève pour l'instant de la science fiction et qui fait référence à une possible interface homme/machine. Aux Etats-Unis *l'Institute for Soldier Nanotechnologies* (ISN, Institut des nanotechnologies du soldat) envisage plusieurs interfaces comme celle de micromachines branchées sur le système nerveux du soldat dans le but d'augmenter sa rapidité d'action et de réaction, de disposer de sens augmentés (vue, audition) ou bien celle d'implanter des fragments d'organes sensoriels dans des microrobots<sup>201</sup>. Il ne s'agirait plus dans ce cas de la délivrance d'une substance par un microrobot mais d'impulsions électriques ou nerveuses. Avec ces derniers exemples, on en arrive à une confusion entre le naturel et l'artificiel avec l'implantation d'un microrobot sur un organe humain et, inversement, l'implantation d'un morceau d'organe humain dans un microrobot.

---

<sup>200</sup> Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Vanessa NUROCK, « Ethique des nanotechnologies » in Emmanuel HIRSCH (dir.), *Traité de bioéthique, I Fondements, principes, repères*, Toulouse, Editions Erès, 2010, p. 367.

<sup>201</sup> Les exemples sont tirés de VINCK Dominique, *Les nanotechnologies*, Paris, Le cavalier bleu, coll. Idées reçues, 2009, p. 66-67.

**Figure 19 : Brouillage de trois discours dans l'utilisation des nanotechnologies à des fins militaires**



L'idée d'un état augmenté (*Human Enhancement*) se retrouve également dans les affirmations plus ou moins utopiques du discours transhumaniste et concernent particulièrement le corps humain. Les transhumanistes ont une vision dépréciative du corps : ils considèrent le corps biologique comme imparfait. Ils inscrivent leur discours dans la négation de la finitude humaine. Ils se positionnent dans une attitude de déni des contraintes biologiques du corps humain : le vieillissement du corps, l'éventuelle souffrance y afférente, l'irruption du handicap dû à l'usure de certaines parties ou membres du corps, la mort subie et non pas « choisie ». Ils prônent donc la négation du phénomène d'entropie, au sens de la dégradation de l'énergie d'un système - ici du corps - dans le temps. Nous allons voir quelles analyses peuvent être dégagées de cette attitude de déni d'un point de vue psychanalytique.

### **TROISIEME PARTIE**

#### **DOUBLE DISCOURS : APPROCHE PSYCHANALYTIQUE**



Nous avons pu constater que le discours sur les nanotechnologies pouvait provoquer une impression de confusion des genres parce que des discours de valeur différente et d'authenticité hétérogène se croisaient à leur sujet. Nous sommes en présence d'un côté, d'un discours scientifique avec un réel souci d'expliquer les avancées actuelles de la science (partie I) et de donner une définition rigoureuse des nanotechnologies mais il semble bien que les scientifiques n'aient pas atteint un consensus sur cette question. Par conséquent, cette confusion se répercute dans une difficulté certaine à circonscrire l'objet éthique et à élaborer une nano-éthique (partie II). D'un autre côté, nous entendons un discours promotionnel sur les possibilités des nanotechnologies relayé par la presse, les médias, les brochures de présentation des instituts de recherche et des brochures publicitaires des groupes pharmaceutiques. Ce discours promotionnel relève du discours économique et alimente de grands espoirs dans le développement de nouveaux marchés et de nouvelles créations de richesse et d'emplois dans un contexte de crise économique. Ici surgit la difficulté de savoir exactement ce qui est possible, probable, réalisable à plus ou moins long terme et ce qui est utopique.

L'exemple le plus frappant de cette confusion se retrouve dans le discours des transhumanistes qui mêle à la fois un aspect « scientifique », un aspect « philosophique » et un aspect « humaniste ». Ces termes sont mis entre guillemets car ils s'avèrent être un simple verni qui cache des présupposés très problématiques. Ces derniers semblent entrer en résonnance avec les « symptômes » de notre société postmoderne.

Le terme postmoderne est à manier avec précaution car il est difficile de définir la postmodernité : où commence-t-elle ? Quand a lieu la transition entre modernité et postmodernité ? Selon Denis Müller<sup>202</sup>, il serait préférable de parler de méta-modernité. Une société méta-moderne est une société qui pose un regard critique sur le progrès et sur la société contemporaine, avec l'idée sous-jacente selon laquelle le progrès technique n'est peut-être pas forcément un progrès éthique. Nous prendrons arbitrairement comme date du début de la société méta-moderne l'année 1947 qui correspond à l'élaboration du code de Nuremberg et à l'émergence d'une réflexion

---

<sup>202</sup> Précision donnée par Denis Müller lors de son séminaire d'éthique à l'Institut Protestant de Théologie de Montpellier le 19 octobre 2013.

bioéthique qui trouve par la suite une de ses traductions dans la déclaration universelle sur la bioéthique et les droits de l'homme de l'UNESCO en 2005<sup>203</sup>.

Nous partirons de textes publiés sur le site internet intitulé « Technoprog » de l'Association Française Transhumaniste (ANNEXE N° 4) et de la contribution (ANNEXE N° 5) que cette association a versée lors du débat public français sur les nanotechnologies du 15 octobre 2009 au 24 février 2010. Ces textes sont d'une élaboration assez sommaire mais ils sont accessibles sur internet à un public francophone et permettent de diffuser les idées transhumanistes de façon large. Le discours semble apparemment être un discours de promotion assez banal mais, à y regarder de plus près, la compréhension qui y est donnée des avancées scientifiques et en particulier des nanotechnologies est problématique. Nous tenterons d'en donner une lecture anthropologique et psychanalytique.

## Chapitre I : L'avenir de l'homme

### 1. Un discours à double entrée

Dans les questions générales (FAQ) du site de Technoprog<sup>204</sup>, on peut lire comme définition du transhumanisme : « C'est le mouvement intellectuel et culturel qui affirme la possibilité et la désirabilité d'augmenter fondamentalement la condition humaine à travers l'application de la raison, spécialement en développant et en rendant largement disponible les technologies pour éliminer l'âge et augmenter les capacités intellectuelles, physiques et psychologiques de l'être humain ».

Dans cette définition, le mouvement transhumaniste s'octroie des « lettres de noblesse » en quelque sorte en se qualifiant de mouvement intellectuel et culturel. Il accorde une

---

<sup>203</sup> UNESCO, Déclaration universelle sur la bioéthique et les droits de l'homme, 33e session de la conférence générale du 19 octobre 2005.

UNESCO, *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, Paris, éditions UNESCO, coll. Ethiques, 2008.

UNESCO, Division de l'éthique des sciences et des technologies, *Ethique et politique des nanotechnologies*, Paris, éditions UNESCO, 2007.

UNESCO, COMEST, Division de l'éthique des sciences et des technologies, *Les nanotechnologies et l'éthique. Politiques et stratégies*, Paris, éditions de l'UNESCO, 2008.

UNESCO, COMEST, Commission Mondiale d'Ethique des Connaissances Scientifiques et des Technologies, *Rapport sur l'Ethique de la Science*, Kuala Lumpur, Malaisie, 16-19 juin 2009.

<sup>204</sup> [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

large place au rôle de la raison dans l'évolution future des techniques. Cette attitude se veut rassurante mais la raison est ici instrumentalisée et sert de prétexte anodin pour transgresser les limites actuelles de la science. Utiliser sa raison suppose un comportement et une attitude raisonnable vis-à-vis des possibilités de la science actuelle. Mais le mot « science » n'est justement pas utilisé ici car il sous-entend une limite certes temporaire – mais une limite tout de même - des connaissances à un instant donné et un consensus *a minima* entre les scientifiques par rapport à de nouvelles avancées. Même si nous pouvons constater que le discours de la science véhicule déjà l'idée de transgression des limites comme le souligne Jean-Pierre Lebrun avec son hypothèse de marquage social par la science<sup>205</sup>, le discours de la technique ou plus exactement de la techno-science actuelle porte davantage encore cette idée de transgression. Le mot « technologies » renvoie à l'utilisation des découvertes et des résultats des sciences de façon concrète grâce à la fabrication d'objets, d'outils, de machines. Ce sont les technologies et la façon dont l'homme les utilise qui instrumentalisent la science et qui permettent les transgressions des limites.

Cette *ubris* (ὕβρις : au sens grec d'excès, qui dépasse la mesure) caractéristique de la pensée du courant transhumaniste trouve une source inépuisable de « créativité intellectuelle » dans les nanotechnologies. Il est particulièrement fasciné par la possibilité des nanotechnologies à construire ou reconstruire la matière atome par atome. C'est ce qu'on appelle la voie ascendante (*bottom-up* : *monumentalisation*) consistant à assembler un à un des atomes ou des ensembles d'atomes pour construire des objets de taille supérieure aux propriétés physico-chimiques nouvelles : « La Nanotechnologie va nous donner entièrement les commandes de la structure de la matière. (...) la capacité à contrôler la structure de la matière au niveau de l'atome permettra de nombreuses applications »<sup>206</sup>. Les mots « commandes » et « contrôler » dénotent cette volonté de maîtrise totale et cette illusion de toute-puissance.

Nous pouvons constater que ce discours est à double entrée. D'un côté, il y a une forte volonté de transgression des limites avec des expressions comme « augmenter fondamentalement la condition humaine » et « augmenter les capacités intellectuelles,

---

<sup>205</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Un monde sans limite. Essai pour une clinique psychanalytique du social*, Ramonville Saint-Agne, Erès, coll. Point hors ligne, 2002, p. 114-131.

<sup>206</sup> FAQ, 2. Technologies et prévisions, 2.1 Biotechnologies, génie génétique, cellules souches, et clonage, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

physiques et psychologiques de l'être humain » ; d'un autre coté, une volonté de maîtrise et de toute-puissance avec le verbe « éliminer l'âge ».

## 2. La transgression des limites

Le discours transhumaniste semble porter à son paroxysme certaines caractéristiques du discours scientifique. Il semble faire dévier ces caractéristiques de leur finalité première. Ainsi en est-il de l'idée de transgression des limites ou à tout le moins de rejet des limites. Il faut noter que la démarche scientifique inclut cette notion de repousser les limites de la connaissance à un instant donné. Cette démarche est à considérer de façon positive comme un des moteurs du progrès. C'est parce que les scientifiques imaginent puis élaborent des hypothèses, conduisent des expériences selon des protocoles rigoureux que de nouvelles avancées sont possibles. Le problème se situe en aval lorsqu'il s'agit d'utiliser à bon escient les découvertes scientifiques. Ainsi, depuis la première et surtout la seconde guerre mondiale et au vu des dérives de l'instrumentalisation des avancées scientifiques à des fins militaires et idéologiques, le discours sur le progrès a pu être qualifié de « scientiste » dans un sens négatif. Actuellement, les progrès scientifiques courent le risque d'être instrumentalisés par le pouvoir économique. Cette idée de transgression des limites est non seulement interne à la science mais aussi à l'économie de marché avec l'idée de profit, de performance, de parts de marché à conquérir sans cesse.

Nous avons vu que les nanotechnologies portaient en elles cette double caractéristique de transgression des limites. La première caractéristique est une « transgression scientifique » avec la découverte des lois de la physique quantique qui remettent en cause la compréhension des lois physiques classiques. La deuxième caractéristique est une « transgression industrielle et économique » avec ce potentiel de créer de nombreux objets inédits aux propriétés nouvelles, y compris dans le domaine médical. A ce sujet, nous avons abordé au chapitre 2.6.2 de la deuxième partie de ce travail le discours typique de la promesse soutenu par le LEEM (Les entreprises du médicament) sur les perspectives de développement potentiel des nano-médicaments. Les nanotechnologies s'avèrent donc être le paradigme idéal pour soutenir un discours sur la transgression des limites.

On pourrait parler au sujet du discours transhumaniste sur les nanotechnologies de déni (de réalité) de la castration. Nous utilisons le mot « castration » au sens freudien et de manière générale dans le sens où « l'expérience inconsciente de la castration est sans cesse renouvelée tout au long de l'existence »<sup>207</sup>. Il s'agit de la castration sur un plan imaginaire. La « véritable » castration opère quant à elle par le langage. Le mot « déni » (*Verleugnung*) est utilisé également dans le sens freudien de refus de reconnaître la réalité d'une perception traumatisante<sup>208</sup>. Ainsi ce discours évacue la catégorie de l'impossible, de la limite à son propre pouvoir, du « pas tout, tout de suite ». Il transpose à la place la croyance du « tout est possible et souhaitable » pour le bien de l'humanité bien évidemment. Ce discours sur les nanotechnologies participe au discours ambiant, dont la science est un des vecteurs, dans la société contemporaine, qui fait sauter le verrou des interdits anthropologiques fondamentaux que dénonce Jean-Pierre Lebrun : « Du fait d'entretenir la croyance que "tout est possible" ou que "rien n'est impossible" et de permettre ainsi l'évitement de la confrontation à cette "impossibilité structurale", de ne plus témoigner de la rencontre avec cette déception fondamentale, tout se passe comme si notre société ne véhiculait plus la dimension des interdits fondateurs, ceux de l'inceste et du meurtre (...) »<sup>209</sup>.

Si ce discours sur les nanotechnologies rejette la réalité de l'interdit de l'inceste et, par voie de conséquence, de la castration en prônant un pouvoir sans limite des nanotechnologies, il s'agirait d'un déni (de la réalité) de la castration sur le plan imaginaire, sur le plan du fantasme, dans le sens où les auteurs de ce discours ne sont pas suffisamment « fous » pour ne pas savoir que la castration existe bel et bien mais qu'elle est un obstacle certain à leur rêve de toute-puissance. Il s'agirait d'une régression dans le sens d'une remise en jeu de ce qui fut « inscrit », c'est-à-dire de l'inscription nécessaire – mais pas toujours réussie selon les individus - de la notion de limite par la castration dans le psychisme humain. Le discours des transhumanistes sur les nanotechnologies serait ainsi, de façon exacerbée, un exemple de cette régression caractéristique de la société contemporaine, fascinée par le discours de la science et le discours économique du « *no limit* » (« pas de limite » en français). Ce discours agit

<sup>207</sup> Juan-David NASIO, *Enseignement de 7 concepts cruciaux de la psychanalyse*, Paris, Petite Bibliothèque Payot, 2001, p.18.

<sup>208</sup> Jean Laplanche, J.B. Pontalis, *Vocabulaire de la psychanalyse*, Paris, Presses Universitaires de France P.U.F., coll. Quadrige, 5<sup>e</sup> édition, 2007, p. 112-117.

<sup>209</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Un monde sans limite. Essai pour une clinique psychanalytique du social*, op. cit., p. 137.

comme un leurre et fait croire à la possibilité effective d'une toute-puissance infantile. Il conforte la tendance lourde de notre société contemporaine dans « le vœu de nous débarrasser de la castration » pour reprendre l'expression de Jean-Pierre Lebrun<sup>210</sup>. Le discours transhumaniste, mais également les médias et la presse de vulgarisation scientifique qui apprécient les informations spectaculaires (le *scoop*), retiennent les effets d'annonce futuristes qui mettent l'accent sur ce pouvoir qu'aurait l'homme contemporain à transgresser les limites. Tout se déroule comme si ce discours sur les nanotechnologies maintenait l'être humain à ce stade non dépassé de la toute-puissance infantile.

### 3. L'illusion de la toute-puissance infantile

Dans la constitution de « l'humus humain », Jean-Pierre Lebrun distingue cinq stades où le social et le singulier interagissent. Premièrement au niveau universel, l'entrée dans le langage oblige à consentir à une limite de sa jouissance, à l'existence d'un vide. Deuxièmement au niveau sociétal universel, toute société s'organise à partir d'un interdit fondamental qui est l'interdit de l'inceste. Troisièmement au niveau sociétal particulier, chaque société selon sa culture propre met en place des normes et des lois pour régir les rapports entre les individus. Quatrièmement au niveau familial, les parents vont signifier par l'éducation qu'ils donnent à l'enfant la nécessité de renoncer à la toute jouissance, la nécessité d'accepter le vide ou la perte pour pouvoir accéder au désir. Enfin, cinquièmement au niveau individuel, chaque individu doit consentir de lui-même à renoncer à sa toute-jouissance, à sa toute-puissance infantile donc consentir à la castration. Cette étape est nécessaire pour vivre en société. L'auteur définit cette cinquième étape comme le fait de faire sienne la Loi du langage, autrement dit c'est le travail de subjectivation<sup>211</sup>.

L'extrait suivant va nous permettre d'analyser comment le discours transhumaniste met à mal d'une façon générale la constitution de cet « humus humain » : « être résistant à la maladie et imperméable à l'âge ; avoir une jeunesse et vigueur éternelle ; exercer un

---

<sup>210</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Les désarrois nouveaux du sujet, Prolongements théorico-cliniques au monde sans limite*, Ramonville Saint-Agne, Erès, coll. Point hors ligne, 2005, p. 58.

<sup>211</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *La perversion ordinaire. Vivre ensemble sans autrui*, Paris, Denoël, 2007, p. 103-107.

contrôle sur ses propres désirs, ses humeurs et ses états mentaux ; être capable d'éviter des sentiments de fatigue, de haine, ou d'énervement pour des choses insignifiantes ; avoir une capacité accrue pour le plaisir, l'amour, l'appréciation de l'art, et la sérénité ; expérimenter de nouveaux états de conscience que les cerveaux humains actuels ne peuvent atteindre »<sup>212</sup>.

Dans cette énumération, plusieurs aspects de la toute-puissance vont mettre à mal le premier stade, le quatrième stade et surtout le cinquième stade de la constitution de « l'humus humain ».

Sur le quatrième stade au niveau familial, nous ne pouvons pas échafauder d'hypothèse sur l'enfance des auteurs du discours transhumaniste. Nous pouvons simplement constater qu'il y a peut-être eu des failles dans l'acceptation de ces individus de la castration et de la limite de la toute-puissance infantile. Nous pouvons également émettre l'hypothèse que le complexe d'Oedipe (selon l'élaboration de ce concept par Freud) et la castration auraient été « mal négociés » chez ces individus et que, par voie de conséquence, ils resteraient prisonniers de l'illusion de la toute-puissance infantile. Nous pouvons uniquement nous concentrer sur le cinquième niveau, le niveau individuel, qui a des répercussions sur le vivre-ensemble en interaction avec les symptômes de notre société contemporaine. Nous pouvons dégager trois axes problématiques : premièrement, un rapport de plus en plus complexe avec le temps et la mort ; deuxièmement, un rapport au corps préoccupant ; troisièmement, une forte revendication à la toute jouissance.

#### 4. La volonté de toute-puissance dans tous ses états : maîtriser l'in-maîtrisable

##### 4.1 Une pensée magique

Le discours transhumaniste utilise les éventuelles possibilités des nanotechnologies pour élaborer un discours qui est le vecteur d'une pensée magique. Il s'agit d'un problème d'une ampleur plus vaste et plus complexe d'un point de vue psychanalytique que le rôle joué par l'imaginaire dans l'élaboration du discours transhumaniste<sup>213</sup>. Ce dernier

---

<sup>212</sup> FAQ, 1.2. Qu'est-ce qu'un Post-humain ? , sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

<sup>213</sup> Marina MAESTRUTTI, *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse d'épistémologie et d'histoire des sciences et des techniques, sous la direction de Bernadette Bensaude-Vincent, Université Paris X - Nanterre, 2007.

discours se positionne essentiellement par rapport à notre perception de la science et par rapport à notre élaboration de l'idée que nous nous faisons d'une science future. Le récit sur les nanotechnologies est certes porteur d'hypothèses visionnaires voire utopiques, il reflète les thèmes favoris de la science fiction comme le dépassement de l'humain, l'ὕβρις scientifique (« hubris » : tout ce qui dépasse la mesure, excès d'où orgueil, insolence), la fascination pour les nouvelles technologies et leurs possibilités d'accroître la toute-puissance de l'homme. Cependant, la pensée magique va plus loin que la simple imagination.

La pensée magique contient en elle un processus de déni de la réalité : par la toute-puissance d'une baguette magique la réalité « réelle » est effacée et remplacée par une autre réalité « virtuelle ». Alors que l'imagination propose, dans le cadre d'une utopie technologique, des développements possibles de l'évolution de la science en partant de la réalité sans la nier, la pensée magique permet de remplacer la réalité - forcément décevante et entravant la toute-puissance - par une « réalité séduisante » car éliminant les limites. L'imagination se heurte au principe de réalité sans vouloir le détruire, alors que la pensée magique tente de remplacer le principe de réalité par une situation qui flatte la toute-puissance de l'homme. Dans cet extrait du discours transhumaniste, la pensée magique est à l'œuvre dans le déni du temps qui passe, dans le refus de la dégradation du corps due justement au temps qui passe, et par voie de conséquence un déni du vieillissement et de la mort. Le discours transhumaniste s'en sert afin d'envisager d'être « imperméable à l'âge ; avoir une jeunesse et vigueur éternelle ».

#### 4.2 Un rapport à la mort et à la castration problématique

Par voie de conséquence, le rapport à la mort est très problématique dans ce discours et touche au niveau universel de la constitution de « l'humus humain ». A ce niveau, il y a bien sûr le rôle de l'entrée dans le langage (la castration opère par le langage d'un point de vue psychanalytique) qui signifie à l'enfant qu'il doit consentir à une limite de sa jouissance mais, un peu plus tard, il y a le moment où l'enfant découvre la mort et le fait que lui aussi est mortel.

Dans le discours des transhumanistes, tout se passe comme si ils refusaient catégoriquement la mort et la finitude. Les nanotechnologies doivent servir à consolider ce refus en quelque sorte. Personne ne sait quand, où et comment il va mourir, à moins



d'avoir accès à l'euthanasie active en revendiquant le « droit de mourir dans la dignité ». Cette idée de non maîtrise de la mort semble insupportable aux promoteurs du discours transhumaniste qui reflète de façon exacerbée notre relation à la mort dans la société post-moderne voire post-mortelle en référence au titre d'un ouvrage de sociologie de Céline Lafontaine<sup>214</sup>. La science, et en particulier les nanotechnologies appliquées à la médecine, doivent servir désormais à vaincre techniquement la mort. Ce discours s'inscrit dans la croyance selon laquelle la science peut tout maîtriser et tout expliquer, en particulier la vie. La science a tendance actuellement à expliquer la vie en la réduisant à des lois physiques, à des lois chimiques et à des processus cellulaires ou encore à des lois génétiques. Le discours transhumaniste en reste à cette proposition d'explication.

Ainsi il suffirait de comprendre les processus biologiques du vieillissement pour pouvoir à terme repousser les limites temporelles de notre existence. La compréhension de la vie en reste au mot grec *βίος* (« bios » : la vie en soi, l'existence, qui a donné le mot biologie) et au mot *ζωή* (« zoê » : la vie, qui a donné le mot zoologie). Mais qu'en est-il du troisième mot grec pour désigner la vie, à savoir le mot *ψυχή* (« psuchê ») qui signifie dans son premier sens « souffle » puis par extension « souffle de vie » d'où « âme comme principe de vie » et qui donne le mot psychisme ? Or la science ne peut rien *dire* de notre ressenti, de nos émotions, de nos sensations qui restent uniques et propres à chaque individu. Elle ne peut éventuellement que *mesurer* telle influence d'une émotion sur notre corps comme le taux de dopamine ou de sérotonine en un instant T qui active la zone cérébrale correspondant au plaisir ou à la récompense. Le fait de vivre va au-delà de la vie biologique. Elle ne peut se réduire à un objet d'étude. Heidegger a écrit que « l'être ne se donne pas à voir »<sup>215</sup> et effectivement, nous pourrions dire que l'être se donne à parler. Tout vouloir expliquer de façon scientifique permet certes de repousser les limites de la connaissance et par là même de stimuler la recherche et de nouvelles découvertes (ceci doit être compris dans un sens positif) mais il convient également de tenir compte du fait que tout n'est pas compréhensible, explicable, maîtrisable par la seule connaissance scientifique. Une part de mystère dans le fonctionnement du monde ou du corps humain peut nous échapper sans que cela soit forcément négatif. Bien au contraire, l'existence d'un manque dans notre compréhension du monde permet de se remettre en mouvement pour construire et

<sup>214</sup> Céline LAFONTAINE, *La société post-mortelle*, Paris, Seuil, 2008.

<sup>215</sup> Martin HEIDEGGER, *Être et temps*, Paris, NRF Gallimard, coll. Bibliothèque de philosophie, 1986.

inventer. Le discours transhumaniste véhicule des traces caractéristiques de la pensée scientifique de la fin du 19<sup>e</sup> siècle, à savoir : la science est source de progrès, elle permet la satisfaction des besoins, des aspirations de l'humanité, et contribue ainsi à son bonheur. Il propose, de surcroît, une compréhension caricaturale et déformée de la science ancrée uniquement dans la toute-puissance, alors que tout scientifique digne de ce nom respecte au cours de ses recherches un protocole scientifique empreint de prudence, d'élaboration d'hypothèse toujours à vérifier avant d'en déduire des conclusions, d'une recherche d'un certain consensus entre scientifiques.

Cette constatation laisse à penser que ce discours véhicule une relation problématique avec la castration. Le processus de castration, selon Freud, est en lien avec le bon déroulement du complexe d'Œdipe : renoncer à la mère pour pouvoir s'ouvrir à un mode de représentation et se tourner vers les autres. En effet, dans les stades pré-oedipiens que sont le stade oral et le stade anal, il n'y a pas d'autre. Autrement dit, le processus de castration consiste en l'acceptation d'une perte fondamentale qui paradoxalement introduit une limite : c'est renoncer au rapport fusionnel avec la mère et accepter le manque pour accéder au désir, moteur de la vie. Lacan a articulé le processus de castration avec l'entrée dans le langage : la parole du père va substituer la parole à l'objet<sup>216</sup>. L'enfant accède alors au stade génital et découvre qu'il y a un autre (le père) que la mère désire. Lacan distingue trois modalités du manque : la privation, la frustration et la castration. Le discours transhumaniste semble aller plus loin que le refus de la privation (manque réel) ou que la frustration (manque imaginaire). Il s'agit d'un déni de la castration (manque symbolique), c'est-à-dire ne pas vouloir renoncer à tout maîtriser, tout comprendre, tout savoir. L'affaire est donc plus grave puisque tout laisse croire dans ce discours à un refus de quitter la position de toute-puissance imaginaire infantile.

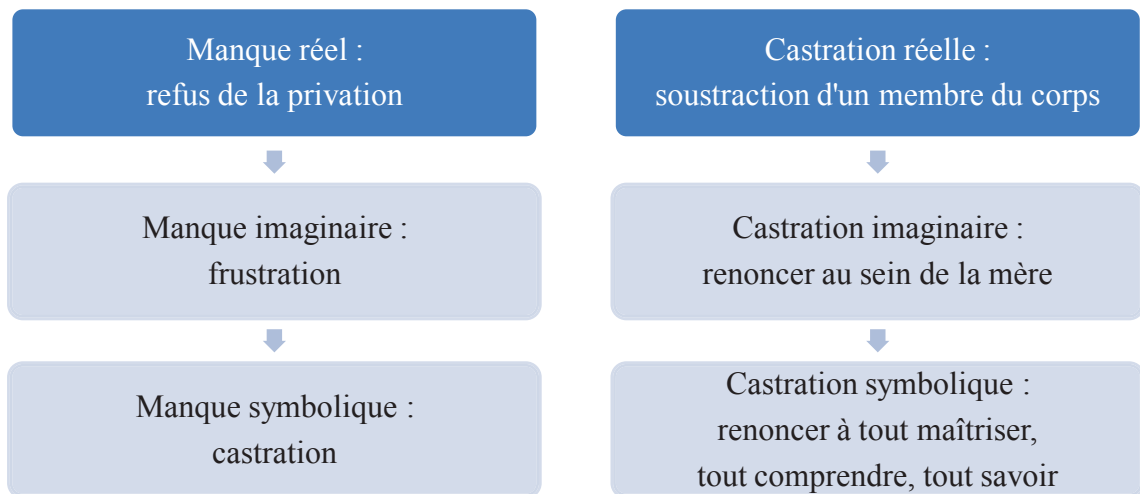
Nous émettons l'hypothèse que l'homme contemporain mise en scène dans le discours transhumaniste resterait plus ou moins bloqué à ce stade pré-oedipien. Par le déni (de réalité) de la castration, il aurait des difficultés à accéder au processus d'inscription des limites - et donc de la loi - dans son processus de développement et de structuration

---

<sup>216</sup> Jacques LACAN, *Le Séminaire livre XI, Les quatre concepts fondamentaux de la psychanalyse*, Paris, Seuil, coll. Point Essais, 1990.

psychique. Ainsi dans le schéma ci-dessous, la problématique du discours transhumaniste se situe sur la troisième ligne, au niveau symbolique :

**Figure 20 : Problématique du discours transhumaniste par rapport au manque et à la castration**



Le déni (de réalité) de la castration peut également être interprété comme le refus d'un cheminement nécessaire. Puisqu'il n'y a pas de mode d'emploi pour vivre, que la vie est un apprentissage et que l'être humain n'est pas à l'abri d'erreur de parcours, il convient de prendre en compte le temps du chemin dont nous ne connaissons pas le tracé ni les méandres à l'avance. Ce cheminement nécessite des efforts, des tâtonnements, des erreurs, des doutes, des succès. La seule chose dont l'être humain est certain, c'est que ce chemin a un début et une fin, qu'il se déroule entre un point de départ et un point d'arrivée. Ce chemin tel un pont fait la jonction entre deux rives, celle de la naissance et celle de la mort. Si le point d'arrivée est effacé et remplacé par cette idée « d'éternité » ou « d'éternelle jeunesse » du discours transhumaniste, le chemin ne mène plus nulle part et perd tout son sens, aussi bien son sens spatial que temporel mais aussi son sens symbolique. Il ne structure plus l'existence. Le déni (de réalité) de la castration revient à une destructuration du sujet.

Le refus du vieillissement, du handicap, de la maladie et de la limite ultime que constitue la mort sont autant de refus des limites dans l'existence de tout être humain. Alors que le corps vivant a une limite spatiale et une limite temporelle, cette limite

temporelle qu'est la mort est remise totalement en question. Ce refus de la mort est aussi le refus de prendre acte d'un processus de toute une vie. Nous pourrions dire que tout le long de notre vie, nous sommes en réalité des êtres en devenir qui « allons » mourir si nous tenons compte du processus de vieillissement des fonctions vitales et cellulaires. Paradoxalement, la négation de la mort avec l'idée d'éternelle jeunesse n'ouvre pas vers « plus de vie » mais aboutit à un processus mortifère puisque la négation des limites, c'est la négation du manque et donc la mort du désir compris au sens d'élan vital.

La négation de la mort signifie également la perte du sens de la vie et la perte de sa valeur : c'est parce que la vie est unique, qu'elle se déroule sur un laps de temps dont nous ne connaissons pas l'heure de la fin qu'elle a un prix à nos yeux et que l'on ressent la responsabilité de ne pas la gaspiller, et si possible de la vivre pleinement. La vie est un don mais ses limites impliquent une responsabilité à en « faire quelque chose », poussent à se mettre en mouvement et à agir. Selon Georg Simmel reprenant la formulation hégélienne, vie et mort sont sur « le même degré de l'être » et il affirme que « La vie en elle-même appelle la mort, en tant que son contraire, en tant que "l'Autre" en quoi se transforme la chose et sans lequel cette chose ne posséderait absolument pas son sens et sa forme spécifique »<sup>217</sup>. C'est parce qu'il existe une limite ultime, un manque ultime dont nous ne connaissons rien et que nous ne pouvons pas entièrement maîtriser qu'il y a en quelque sorte « urgence à vivre », « désir de vivre » malgré les vicissitudes et les difficultés de l'existence humaine.

Autrement dit, le manque ultime constitue le moteur de notre vie. Il est le socle sur lequel repose l'instinct de survie. Par exemple, sans la sensation du manque de nourriture, il n'y a pas cette mise en mouvement de réclamer de la nourriture de la part du nourrisson (par des manifestations corporelles tels que les pleurs) ou de la quête de nourriture pour l'adulte (par plusieurs formes d'actions tels la chasse, la cueillette, l'agriculture, la préparation des repas, l'emploi engendrant un salaire pour acheter de la nourriture). La négation du manque dans le discours transhumaniste revient à une mort « à la petite semaine » et porte en elle finalement le contraire de ce qu'espère ce courant, c'est-à-dire le contraire du vivant (il faut noter qu'en français il s'agit bien d'un

---

<sup>217</sup> Georg SIMMEL, Métaphysique de la mort, in *La tragédie de la culture*, Paris, Editions Rivages, coll. Rivages Poche Petite Bibliothèque, traduit de l'allemand par Sabine Cornille et Philippe Ivernel, 1988, p. 174.

participe présent avec l'idée de déroulement de l'action ici et maintenant), le contraire d'une vie pleine d'énergie.

#### 4.3 Le déni (de réalité) de la castration : la mort lente du sujet ?

Le discours transhumaniste imagine les possibilités futures des nanotechnologies en médecine dans une optique d'effacement de la limite ultime de la vie, autrement dit la mort. Les nanotechnologies sont ici totalement instrumentalisées au profit de rêves de toute-puissance et participent à une utopie technicienne prédominante dans notre société occidentale. Cette utopie technicienne est particulièrement prégnante dans la société et la culture nord-américaine d'où est issu à l'origine le courant transhumaniste (il est né dans les années 1980 en Californie)<sup>218</sup>. Il s'agit ici d'un constat sans préjuger de l'aspect positif ou négatif de ce phénomène et sans se revendiquer d'un quelconque anti-américanisme occidental. Selon Jérôme Goffette qui reprend les termes de Lucien Sfez<sup>219</sup> : « L'amélioration de l'esprit participe de cette culture du *self-made man*, de « l'homme qui se fait » et qui recule ses limites, rêvant son affirmation dans une altération de soi, c'est-à-dire dans un perfectionnement de son utilité et de son rayonnement de puissance »<sup>220</sup>. Ainsi l'idée « d'éternelle jeunesse » voire « d'immortalité » du corps physique, sous-tendue par l'illusion de la toute-puissance, conforte idéologiquement et sociologiquement cette utopie technicienne et, d'un point de vue psychanalytique, le déni (de réalité) de la castration.

Nous avons vu que le déni (de réalité) de la castration est synonyme de refus du manque, or c'est le manque qui soutient, tel un soubassement, le désir compris ici comme élan vital. La dynamique du désir est fondée structurellement sur l'acceptation de la castration qui nous pousse à nous tourner vers l'autre. Cette acceptation est fragile et l'émergence du sujet repose sur cette fragilité. S'il n'y a plus de désir, il n'y a plus de sujet « vivant ». La mort du désir entraîne la mort du sujet. Le déni de la castration dans le discours transhumaniste revient alors à une remise en question de l'émergence du sujet, voire éventuellement à une mort lente du sujet. Nous n'irions pas jusqu'à dire qu'il s'agit de la forclusion. La forclusion est « un désordre de la symbolisation de l'expérience de la castration » et « le nom que la psychanalyse donne au défaut

---

<sup>218</sup> LAURENT Louis, *Nanotechnologies. Les nanos vont-elles changer notre vie ? 82 questions à Louis Laurent Physicien*, op. cit. p.62.

<sup>219</sup> Lucien SFEZ, *La santé parfaite. Critique d'une nouvelle utopie*, Paris, seuil, 1995.

<sup>220</sup> Jérôme GOFFETTE, *Naissance de l'anthropotechnie. De la médecine au modelage humain*, op. cit., p. 83.

d'inscription dans l'inconscient de l'épreuve normative de la castration »<sup>221</sup>. Le discours transhumaniste reconnaît qu'il existe bel et bien des limites mais il imagine que les nanotechnologies vont lui permettre de transgresser ces limites voire de les annuler. Ainsi il imagine pouvoir laisser libre cours à la toute-puissance. Notre avis est que le discours transhumaniste serait également en lien avec un processus de transgression des limites. Nous développerons ce point au chapitre III « Quelques hypothèses d'un point de vue psychanalytique » ci-après.

#### 4.4 Un rapport paradoxal au temps

##### 4.4.1 La « maltraitance » de l'inscription du sujet dans le temps

Le discours transhumaniste reflète de façon exacerbée une autre relation problématique : celle du sujet contemporain avec le temps. Si nous posons le postulat que : devenir sujet, c'est entrer dans le temps et donc, par conséquent, en sortir également à un moment donné (la mort), l'idée d'éternelle jeunesse et l'idée de réparation illimitée du corps humain impliquent que l'on « rate » la sortie puisque cette dernière est annulée, ou du moins différée le plus possible. Devenir sujet, c'est être dans le temps. Nous pourrions même dire que devenir sujet, c'est être le temps puisque nous ne cessons pas de devenir. Or, si le sujet contemporain se fourvoie dans une lecture du temps uniquement en termes de maîtrise, s'il tente à tout prix de maîtriser la fin de son existence - ou tout du moins d'en repousser les limites le plus possible -, il nie rétrospectivement le processus de devenir, de développement, d'évolution du sujet. Il nie l'inscription du sujet dans le temps, une inscription qui se place toujours entre « grandeur et décadence » du processus vital. Il nie donc l'inscription du sujet dans la vie elle-même.

Cette « maltraitance » de l'inscription du sujet dans le temps est liée à une conception plus générale du temps véhiculée par le discours de la technoscience sur lequel s'appuie largement le discours transhumaniste. La technique a déjà tendance à écarter les questions de sens de l'existence, les questions d'importance de l'émergence du sujet, les questions de la dignité du sujet au profit de questions posées en termes d'utilité, de rentabilité, de performance. C'est un phénomène de fond de la société technicienne. La technique propose une vision du temps essentiellement linéaire, nous dirions même vectorielle. Le devenir du sujet pourrait être représenté par une courbe de Gauss, par

---

<sup>221</sup> Juan-David NASIO, *Enseignement de 7 concepts cruciaux de la psychanalyse*, op. cit., p. 251.

une ligne en forme de cloche avec à son commencement la naissance du sujet, puis une ascension correspondant à l'évolution du sujet et à l'expression de ses différentes capacités, puis à une diminution de ses capacités due au temps qui passe et au vieillissement, enfin la courbe redescend pour s'arrêter à la mort. Dans le discours transhumaniste, la courbe de Gauss s'aplanit pour laisser place à une représentation linéaire de l'existence sans relief et sans fin.

De plus, le sujet s'inscrit normalement dans deux « sortes » de temps. Premièrement, il s'inscrit dans un temps cyclique qui est dû à des phénomènes biologiques personnels (veille / sommeil), eux-mêmes inscrits dans des phénomènes géophysiques bien plus larges (jour / nuit et alternance des saisons provenant de la rotation de la terre sur elle-même et autour du soleil). Deuxièmement, il s'inscrit dans un temps linéaire fini qui va de sa naissance à sa mort. Dans notre société technicienne, le temps cyclique s'efface au profit d'un temps linéaire qui n'aurait plus de fin. La conception prédominante du temps est celle « d'un temps linéaire à l'avenir ouvert » selon Hartmut Rosa<sup>222</sup>.

Nous sommes donc en présence d'un double phénomène pour l'émergence et le devenir du sujet dans le temps : d'une part, un effacement de la notion d'évolution du sujet au cours de sa vie (représentée par une courbe de Gauss) au profit d'une vision quasi linéaire de sa vie qui pourrait encore avoir une fin (représentée par une légère montée correspondant à l'enfance puis à un segment de droite représentant la notion « d'éternelle jeunesse ») ; d'autre part, un effacement du temps cyclique (représenté par une forme hélicoïdale) au profit d'une conception du temps linéaire ouvert (représentée par un vecteur). C'est une tendance lourde qui trouve sa traduction de façon exacerbée dans le discours transhumaniste : l'éternelle jeunesse et la réparation presque sans fin du corps physique effacent l'idée d'évolution et de vieillissement du corps ; « l'immortalité » ouvre le temps à l'infini. Il n'est même pas certain que cet axe ouvert du temps soit plus « rassurant » et fasse faire au sujet contemporain l'économie de sa peur de la mort. Une autre angoisse obsédante peut apparaître : celle d'une réparation sans fin du corps qui, de toute façon, est victime de l'usure du temps. Le sujet contemporain est dès lors en proie à une nouvelle peur extrêmement prégnante : celle du vieillissement. La peur du vieillissement se superpose à la peur « classique » de la mort. Tout se passe comme si la peur du dernier instant (la mort) reculait d'un cran et était

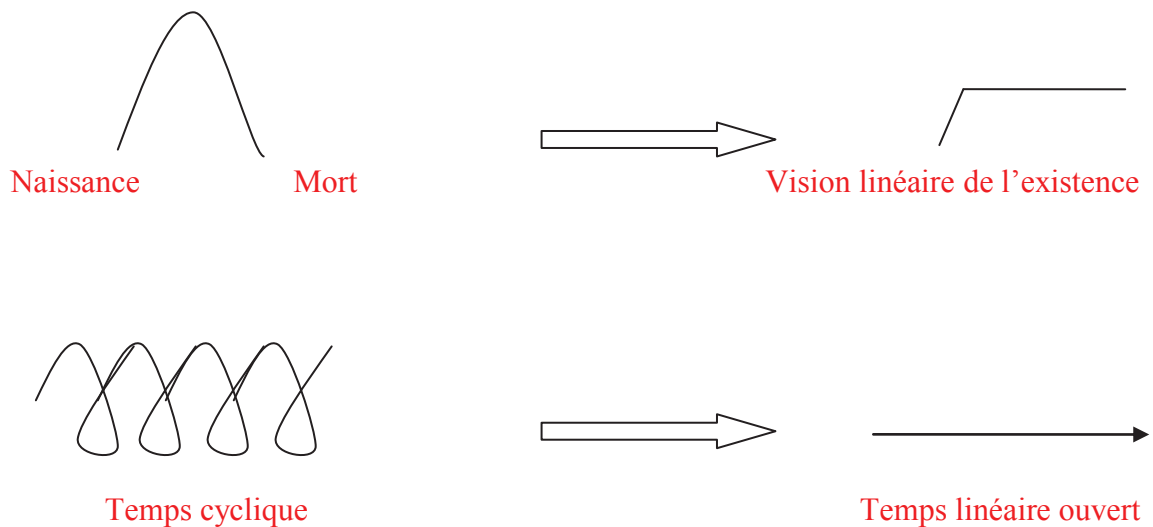
---

<sup>222</sup> Hartmut ROSA, *Accélération. Une critique sociale du temps*, Paris, La Découverte, coll. Théorie critique, traduit de l'allemand par Didier Renault, 2010, p. 19.

remplacée par la peur de l'avant-dernier instant (la vieillesse). Cette peur s'accompagne, de surcroît, d'une immaturité chronique liée au déni (de réalité) de la castration que nous avons évoqué auparavant.



**Figure 21 : Vision du temps dans le discours transhumaniste**



#### 4.4.2 Eternité et accélération du temps

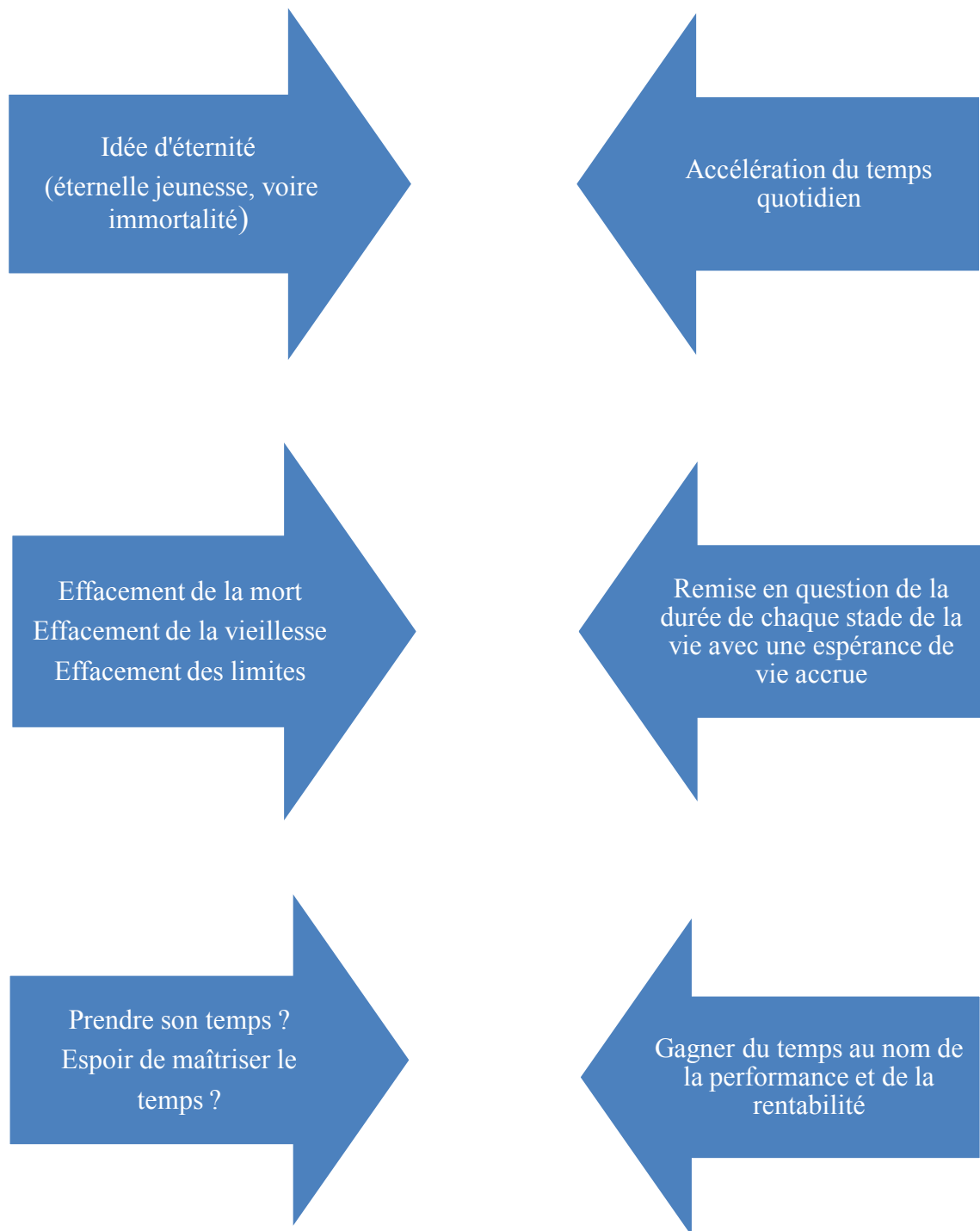
Sociologiquement et économiquement, nous assistons à un allongement du temps de l'enfance et de l'adolescence, à une augmentation de la durée des études, à une entrée sur le marché du travail de plus en plus tardive, à une carrière professionnelle assez courte puisqu'à 45 ans on n'est déjà plus « assez performant » et à un allongement du temps de la retraite avec l'augmentation de l'espérance de vie. Les différents stades d'une vie : enfance, adolescence, âge adulte, vieillesse sont remis en question du point de vue de leur durée. Le discours transhumaniste pousse cette logique à son extrême : il pense pouvoir arrêter le temps et prolonger de façon artificielle la durée de la vie humaine. Il entend garantir le plus longtemps possible une vie en bonne santé grâce aux nanotechnologies entre autre dont l'oxymore suivant en est l'illustration : « Vieillir en pleine jeunesse »<sup>223</sup>.

Cette idée d'éternité « ici et maintenant » concerne le corps réparable à volonté grâce aux progrès qu'apporteront éventuellement les nanotechnologies selon l'imagination des transhumanistes. L'extension illimitée de l'existence et son déroulement sans fin sur l'axe du temps s'inscrivent de façon paradoxale dans une société en proie à l'accélération du temps d'un point de vue sociologique et économique. Nous nous heurtons donc au paradoxe suivant : d'un côté, un effacement de la fin ultime donc un effacement des limites temporelles ; d'un autre côté, l'idée d'éternité s'inscrit dans une

<sup>223</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Synthèse, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

accélération du temps. Alors que l'on pourrait penser que le fait de vivre de plus en plus longtemps nous donnerait la possibilité de « prendre son temps », le rythme actuel de la vie dans le monde dit « occidental » implique une accélération de tous les actes de la vie et nous oblige à rester à la surface des choses et des événements.

**Figure 22 : Nouvelle compréhension contemporaine du temps**



Nous avons de plus en plus une vision parcellaire du temps. Chaque acte doit être rapide et efficace, quitte à s'entourer pour cela de toutes sortes de machines, robots et ordinateurs. Les relations sociales s'effacent au nom du gain de temps pour finalement voir l'homme contemporain dialoguer à sens unique avec des serveurs vocaux et des ordinateurs de bord et à en exécuter docilement les ordres. Ces avancées technologiques ont, dans un premier but, comme point positif de nous faire gagner du temps (à condition tout de même de savoir apprécier le temps que nous avons gagné), d'alléger les contraintes de notre vie quotidienne dans un souci de simplification (à condition de ne pas être dans une situation d'incompréhension face au fonctionnement et à l'utilisation de ces nouvelles machines). Le point négatif est de gommer l'autre et les relations que nous pourrions établir avec lui : il existe une différence entre parler à une machine et parler à un être humain.

Le discours transhumaniste ne semble pas détecter cette contradiction concernant notre rapport actuel au temps et ne semble pas prendre en compte les analyses sociologiques actuelles sur l'état de la société contemporaine. Il affirme que la toute-maîtrise est une donnée universelle débouchant sur une vie heureuse : « L'humain cherche à accroître son espérance de vie en bonne santé, à développer ses facultés cognitives et sensorimotrices, mais aussi à se rendre plus apte à jouir de sa liberté et du bonheur au sein d'une vie sociale plus harmonieuse ». Il exploite de façon caricaturale cette tendance de la société contemporaine à se construire sur un modèle cybernétique<sup>224</sup> et sur un « culte de la performance »<sup>225</sup>. La toute-maîtrise entre également en action pour infléchir l'évolution de l'être humain dans le temps : « L'humain est en constante évolution et non un être stable. La convergence NBIC – Nano et Bio technologies, sciences Cognitives et de l'Information – offre depuis quelques décennies la possibilité à l'humain d'accélérer et de mieux contrôler son évolution »<sup>226</sup>. Nous reviendrons sur cet aspect en traitant de la vision du corps que véhicule ce discours.

#### 4.4.3 Un rapport à soi ponctuel

D'un point de vue sociologique, Hartmut Rosa constate une corrélation entre une vision parcellaire du temps et un rapport à soi ponctuel puisque « notre perception de *qui nous*

---

<sup>224</sup> Céline LAFONTAINE, *L'empire cybernétique : des machines à penser à la pensée machine*, Paris, Seuil, coll. Essais, 2004.

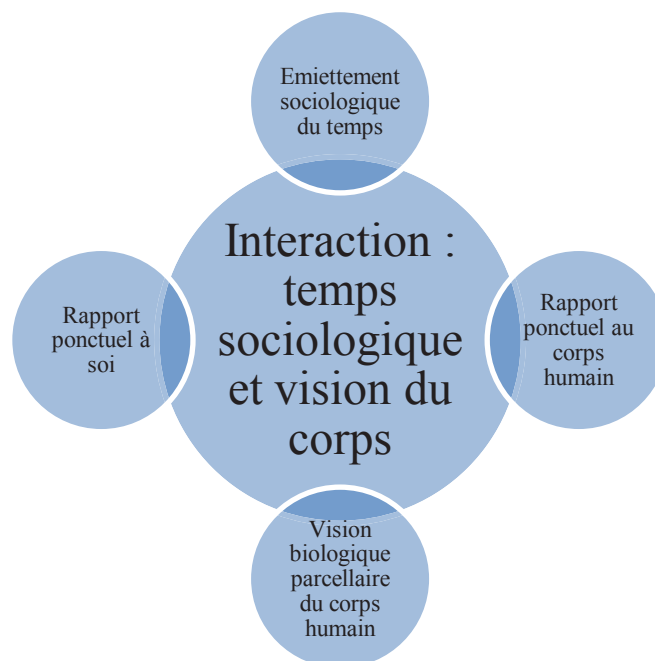
<sup>225</sup> Alain EHRENBURG, *Le culte de la performance*, Paris, Hachette, coll. Pluriel sociologie, 1991.

<sup>226</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Synthèse, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

*sommes* est précisément fonction de notre relation avec le temps, l'espace (...) »<sup>227</sup> et il conclut que « Cette perspective implique finalement l'idée d'un rétrécissement de l'identité ; le soi se comprime finalement jusqu'à devenir un soi ponctuel, dépourvu de prédicats, qui ne s'identifie plus (entièrement) à ses rôles et à ses relations, ou à ses prédicats identitaires potentiels, mais adopte à leur égard une relation quasi instrumentale »<sup>228</sup>. La vision de l'être humain dans le discours transhumaniste s'inscrit donc dans cette tendance lourde de la société qui consiste en une sorte « d'éclatement » du rapport à soi sans cohérence puisque notre rapport au temps est de plus en plus ponctuel et instantané. Le sujet se retrouve « en miettes » puisque le temps est émietté. Ceci est une première constatation.

Mais le processus va plus loin et paraît d'autant plus absurde que nous sommes en présence à la fois d'un phénomène sociologique d'émiettement du temps et de rapport ponctuel à soi, et de l'idée d'effacement des limites temporelles avec le rêve d'éternelle jeunesse voire d'élimination de la mort. La combinaison des deux donnerait une vie de plus en plus morcelée temporellement mais aussi une vie de plus en plus longue : finalement une vie « en miettes sans fin ».

**Figure 23 : Une vie « en miettes sans fin »**



<sup>227</sup> Hartmut ROSA, *Accélération. Une critique sociale du temps*, op. cit., p.181.

<sup>228</sup> *Ibid*, p. 182.

Au rapport à soi essentiellement ponctuel d'un point de vue temporel et sociologique, s'ajoute un rapport également ponctuel au corps humain et une vision parcellaire de ce dernier d'un point de vue biologique. Le corps humain deviendrait, selon les transhumanistes et grâce au formidable potentiel technique des nanotechnologies, réparable à loisir et à la demande. Se mettrait en place alors une sorte de chirurgie poussée à son paroxysme, à la fois réparatrice (remplacement des organes usés), esthétique (rester jeune le plus longtemps possible), psychologique (être « bien » dans son corps et être « maître » de son corps). Le corps deviendrait le moyen le plus sûr d'atteindre le bonheur et la liberté par l'exercice d'une toute-maîtrise sur lui. Le corps semble alors devenir le seul lieu de liberté d'action encore possible.

## **CHAPITRE II : La « maltraitance » du corps**

### **1. Dénî de la mort, négation des contraintes biologiques**

Ce déni de la mort, car il s'agit bien finalement de cela lorsqu'est affirmée l'éventualité « d'être résistant à la maladie et imperméable à l'âge et d'avoir une jeunesse et vigueur éternelle », recèle en lui la négation des contraintes biologiques<sup>229</sup>. Sont ainsi niés la souffrance due à la maladie, l'usure du corps et l'éventuel handicap inhérent au vieillissement du corps, l'angoisse de la mort « non choisie ». Le discours transhumaniste considère l'homme et donc le corps biologique comme imparfait<sup>230</sup>. Il s'agit d'une vision et d'une compréhension du corps très dépréciatives : le corps n'est pas à la hauteur des aspirations de l'homme.

Il semble que soit balayé tout l'aspect positif du processus d'apprentissage et d'accès à l'autonomie qui a lieu dans l'enfance. L'enfant n'a de cesse, pour devenir adulte, de tenter et de réussir dans la majorité des cas à maîtriser la marche, ses gestes de psychomotricité fine, ses sphincters, l'articulation pour le langage. Cette maîtrise a pour finalité son autonomie et sa liberté de mouvement, son insertion sociale. Le corps est compris comme le lieu d'élaboration étape par étape de la bonne santé physique et

---

<sup>229</sup> Bernard CLAVERIE, *L'homme augmenté. Néotechnologies pour un dépassement du corps et de la pensée*, Paris, L'Harmattan, coll. Cognition et Formation, 2010, p. 23.

<sup>230</sup> *Ibid*, p. 31.

psychologique grâce à un processus d'acquisition de nouvelles compétences et de progrès de l'enfant à son rythme comme n'a eu de cesse de l'affirmer Françoise Dolto dans ses écrits<sup>231</sup>. Ce processus d'acquisition se poursuit bien au-delà de l'enfance et l'adulte peut acquérir de nouvelles compétences physiques et intellectuelles pratiquement jusqu'à la fin de sa vie (en pratiquant une activité physique, une activité intellectuelle). Cependant le corps ne se réduit pas à une machine bien réglée et totalement maîtrisable. Le corps et le psychisme réagissent d'ailleurs à cette dictature de la toute maîtrise imposée et violente par le symptôme. Ce dernier fait émerger et signifier l'agression, la limite qui a été franchie, le « forçage » ou le « dressage » imposés et subis. En ce sens, Françoise Dolto a décrypté et analysé le lien entre personnalité future et processus d'acquisition de la propreté chez l'enfant. Ainsi elle constate qu'un « dressage à la propreté » trop précoce peut aboutir dans des cas extrêmes à des névroses obsessionnelles<sup>232</sup>.

Le discours transhumaniste ne s'occupe que du corps « imparfait » de l'adulte et du corps « amoindri » de l'adulte vieillissant. Il balaye rétrospectivement tout le processus de développement du corps durant l'enfance et l'adolescence, pour ne garder que le résultat final et idéalisé d'un corps en pleine jeunesse et en possession de tous ses moyens. L'évolution du corps doit s'arrêter à cette « apothéose » et y être maintenue coûte que coûte (cf précédemment la figure N° 21 sur la vision linéaire de l'existence). Il passe bien évidemment à la trappe tous les acquis de la psychanalyse sur les relations entre corps et psychisme, entre corps et langage, entre corps et relations à l'Autre (l'entourage et en particulier les parents).

Pour reprendre la distinction de Françoise Dolto entre « schéma corporel » et « image inconsciente du corps », on pourrait dire que le discours transhumaniste se focalise sur le « schéma corporel » en tant que donnée essentiellement neurophysiologique, tout en ne tenant pas vraiment compte de l'élaboration de ce « schéma corporel » à travers les expériences motrices. En tout cas, le résultat de l'élaboration du « schéma corporel » n'est pas à la hauteur des exigences des transhumanistes et doit être « amélioré ». Il ne veut faire aucun cas de « l'image inconsciente du corps » alors que c'est sûrement là que se joue la problématique de ce discours. En effet, « l'image inconsciente du corps »

---

<sup>231</sup> Françoise DOLTO, *Les étapes majeures de l'enfance*, Articles et conférences 1, Paris, Gallimard, 1994.

<sup>232</sup> *Ibid*, p. 89-93.

se construit au prix d'une castration<sup>233</sup> ou d'une succession de castrations (castration ombilicale, orale, annale). En cela, Françoise Dolto ajoute des castrations chronologiquement en amont de la notion de castration génitale oedipienne élaborée par Freud<sup>234</sup>.

Comme nous l'avons vu précédemment, non seulement le discours transhumaniste remet en cause la constitution de « l'humus humain » en particulier avec le déni (de réalité) de la castration (au sens freudien du concept) mais, de surcroît, il prône l'idée selon laquelle le corps se « cultiverait hors sol » en quelque sorte, hors temps et hors langage. Le discours transhumaniste privilégie une vision de l'être humain, et en particulier de son corps, basée sur le morcellement du corps dont les différents éléments seraient interchangeables et sur l'idée que la performance du corps est une composante essentielle de « l'évolution » de l'homme et de sa quête du bonheur. Mais cette composante de « l'évolution » est coupée du passé et ne peut avoir lieu que grâce à la technoscience et de façon artificielle.

## 2. Corps objet

L'homme selon le discours transhumaniste n'est pas un corps mais il *a* un corps. L'avoir gagne définitivement la partie sur l'être. Il entend jouir de son corps comme il le souhaite, le manipuler et tenter des expériences dessus au nom de la liberté de disposer de son corps à sa guise. Tout se passe comme si l'homme était extérieur à son corps, qu'il l'utilisait comme un objet, qu'il l'instrumentalisait pour mieux dénier la castration et atteindre la toute puissance. Le corps est désacralisé. Sa dimension symbolique est passée à la trappe. On en arrive au résultat suivant selon David Le Breton : « L'anatomie n'est plus le destin évoqué autrefois par Freud, elle est désormais un accessoire de la présence, une instance remaniable, toujours révocable »<sup>235</sup>. L'affirmation de Freud est en effet la suivante : « L'anatomie est le destin ».

D'un point de vue épistémologique, la vision moderne du corps comme « objet de science » et comme « machine » n'est pas récente. Elle est le résultat d'un long

---

<sup>233</sup> Juan-David NASIO, *Mon corps et ses images*, Paris, Payot, coll. Désirs/Payot, 2007, p.197.

<sup>234</sup> Gérard GUILLERAULT, *L'image du corps selon Françoise Dolto. Une philosophie clinique*, Paris, PUF, coll. Les empêcheurs de penser en rond, 1999, p.129.

<sup>235</sup> David LE BRETON, *Anthropologie du corps et modernité*, Paris, PUF, coll. Quadrige Essais Débats, 5<sup>e</sup> édition entièrement revue, 2008, p. 227.

processus de rationalisation par la science, le plus souvent en opposition avec la théologie, qui commence par les dissections de Léonard de Vinci (1452-1519) et de Vésale (1514-1564). L'affirmation du *cogito ergo sum* (Je pense, donc je suis) de Descartes<sup>236</sup> inaugure une vision dualiste de l'homme et sépare la pensée et le corps. La pensée (le *cogito*) prime sur le corps qui se voit reléguer à une fonction subalterne. Nous pourrions parler d'une toute-puissance de la pensée sur le corps. Descartes va plus loin et propose une vision de l'animal-machine et de l'homme-machine : tel un automate, l'homme est comparé à une mécanique horlogère complexe<sup>237</sup>. La formule de Descartes qui consiste à affirmer qu'il faut désormais être « maîtres et possesseurs de la nature » inaugure le début de la pensée mécaniste qui n'aura de cesse depuis le XVII<sup>e</sup> siècle jusqu'à nos jours d'imprégner la vision occidentale du monde. La vision et la compréhension du corps n'y échappent pas. Le développement de la médecine de plus en plus technicienne repose sur une compréhension du corps comme « objet » de science, comme « objet » d'étude, comme « mécanique » dont il convient de réparer les dysfonctionnements. Il ne s'agit pas là de nier les formidables progrès de la médecine dont nous pouvons aujourd'hui mesurer les effets positifs sur la santé des populations. Il s'agit de faire le constat de l'évolution de la vision de plus en plus technicienne et objectivée du corps. Seule la psychanalyse s'est inscrite à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec l'œuvre de Freud et de ses successeurs en décalage par rapport à cette vision généralement mécaniste du corps. L'illusion de toute puissance scientifique a été mise à mal – provisoirement ? - par l'élaboration du concept d'inconscient qui affirme que les processus psychiques ne sont pas totalement maîtrisables par l'être humain, qu'un « continent » psychique reste inexploré et inaccessible. Le dualisme cartésien pensée/corps cède ; la séparation entre la pensée et le corps n'est plus étanche. La psychanalyse atteste de la porosité, pour ne pas dire de l'interaction entre le psychisme et le corps. Le corps peut être le lieu du symptôme et témoigner de la trace laissée par l'impact des événements extérieurs vécus par le sujet mais aussi par l'impact du langage sur le sujet. Il est à noter que la psychanalyse utilise le mot « sujet » pour désigner l'être humain, ce qui en soi est déjà significatif de sa compréhension de l'être humain et de sa relation à son corps. La psychanalyse réintroduit de la complexité là où la vision mécaniste tente d'introduire de la simplification dans le fonctionnement du corps

---

<sup>236</sup> René DESCARTES, *Discours de la méthode*, Paris, éditions sociales, coll. Les classiques du peuple, 1974, quatrième partie, p. 68-76.

<sup>237</sup> René DESCARTES, *Méditations métaphysiques*, Paris, Garnier Flammarion, 1979, méditation sixième, p. 163-195.



humain au nom d'une démarche scientifique et rationnelle. Finalement, le corps pourrait bien échapper malgré toutes les techniques innovantes à sa capture totale.

Cette supposition n'est bien entendu pas dans la logique du discours transhumaniste. Ce discours se présente comme « un mouvement de pensée philosophique, proposant une vision matérialiste du monde »<sup>238</sup> et sa vision de l'être humain en découle logiquement puisqu'il affirme que « L'humain n'est qu'un composé complexe de la matière »<sup>239</sup>. Le corps humain se réduirait donc à la somme de ses atomes et à l'ensemble des réactions physiques et biochimiques des molécules entre elles. Le discours transhumaniste et sa vision du corps semblent être le dernier avatar à ce jour de la pensée mécaniste du corps qui n'a cessé de se transformer au gré des avancées scientifiques. A la vision mécaniste du XVIIe siècle a succédé une vision informatique et robotique au XXe siècle, en particulier le cerveau et les neurones sont comparés à un circuit intégré. En ce début de XXIe siècle, la vision séquentielle est également présente : il est possible de réparer l'ADN et les gènes. Le « code » génétique est un objet de recherche prépondérant. Le discours transhumaniste prend acte avec enthousiasme de ces différentes avancées scientifiques en biologie moléculaire, en sciences cognitives, en intelligence artificielle, en neurochirurgie, en génétique etc... qui seront autant d'outils précieux à l'avènement de l'homme augmenté. Il s'inscrit résolument à son avis personnel « à la pointe » du progrès et défend l'idée d'une « mutabilité de l'Humain, corps et pensée ». Cette mutabilité serait à l'avenir la condition *sine qua non* de la survie de l'être humain<sup>240</sup>.

### 3. Corps dopé, corps drogué, corps « amélioré »

Le discours transhumaniste présente l'être humain comme tributaire de ces avancées scientifiques pour « son bien-être » et au nom de sa liberté. Quatre arguments sont mis en avant : premièrement, l'argument de la meilleure santé et de la jeunesse « éternelle » franchit allègrement le pas de l'augmentation des capacités humaines ; deuxièmement, l'argument militaire d'un corps plus robuste induit l'idée d'un « cyborg-guerrier » ; troisièmement, l'argument de la modulation des cinq sens en vue du bien-être flirte avec

---

<sup>238</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Synthèse, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

<sup>239</sup> Contribution de l'Association Française Transhumaniste au débat national sur les nanotechnologies, p. 4, consultable sur le site internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

<sup>240</sup> *Ibid*, p. 4.

l'absorption de médicaments modifiant les émotions ; quatrième, l'argument de devenir plus intelligent s'articule avec l'augmentation des capacités intellectuelles (mémoire et concentration)<sup>241</sup>. Le corps est considéré comme un objet et surtout un objet d'expérimentation, en particulier le cerveau. Le flou règne sur les moyens d'augmentation des capacités émotionnelles et intellectuelles : s'agit-il de dopage, de drogue ? La question mérite d'être posée puisque le discours transhumaniste revendique, au nom de la liberté des individus, « de garantir à chacun le droit de disposer de son corps comme il l'entend » et la « liberté d'accès à certaines substances psychoactives »<sup>242</sup> sans plus de précision sur lesdites substances. Emerge alors l'image d'un corps non seulement morcelé et comme réduit à son circuit neuronal, à ses réactions biochimiques mais aussi à l'idée d'un corps dopé ou drogué pour transgresser les limites physiologiques. Une attitude de toute puissance sur le corps pointée accompagnée de l'illusion que l'on peut aussi maîtriser les effets de la drogue sur le corps. Le discours transhumaniste témoigne - peut-être sans le savoir - des enjeux économiques de certaines substances médicamenteuses<sup>243</sup> mais aussi plus gravement de l'invasion de la drogue dans notre société.

Si le discours transhumaniste place un grand espoir dans les substances psycho-actives pour améliorer les performances psychiques en terme d'émotion, de mémoire, de concentration, il n'en néglige pas moins les performances organiques. C'est là précisément que les nanotechnologies représentent un autre espoir dans l'avènement de l'homme augmenté.

#### 4. Corps amélioré et augmenté

Nous assistons à une remise en cause de la vision anthropologique traditionnelle qui va au-delà de la compréhension du postulat darwinien de l'évolution de l'être humain. Le discours transhumaniste s'inscrit dans une sorte de démarche épistémologique liée au progrès dont les nanotechnologies en sont actuellement les nouveaux fruits. Selon lui, le

---

<sup>241</sup> Michèle ROBITAILLE, « Le cyborg contemporain. Quand les technosciences visent le remodelage du corps humain », *Interrogation, Revue pluridisciplinaire en sciences de l'homme et de la société*, N° 7 Le corps performant, décembre 2008. Article en ligne sur le site Internet [www.revue-interrogations.org](http://www.revue-interrogations.org).

<sup>242</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Propositions technoprogressistes : Libertés, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

<sup>243</sup> Pascal NOUVEL, *Histoire des amphétamines*, Paris, PUF, coll. Sciences, Histoire et Société, 2008.

progrès permet une évolution bien plus rapide que la théorie de l'évolution de Darwin. Cette idée de progrès est présentée comme inéluctable et n'est pas sans faire penser à l'aspect inéluctable de la formulation de la loi de Moore concernant l'évolution des nanotechnologies que nous avons évoquée dans la première partie de ce travail. Le discours transhumaniste prend la coloration du scientisme de la fin du XIXe siècle et prône que le progrès est nécessairement la voie au bonheur pour l'humanité et la condition de sa survie sur cette terre. Nous citerons à titre d'exemple le passage suivant traduit de l'anglais par Michèle Robitaille : «... *tout au long de l'histoire, le corps humain est demeuré lui-même largement intouché par le progrès. Nous avons toujours considéré nos corps, évoluant via la sélection naturelle, comme fondamentalement inviolables et immuables... Maintenant, en raison des avancées en technologies médicales, nous sommes prêts à nous lancer dans cette ère où notre équipement physiologique naturel peut, pour la première fois dans l'histoire, être changé, amélioré, augmenté et rendu plus confortable et pratique* »<sup>244</sup>.

Le vocabulaire utilisé est significatif : le texte emploie l'expression « être changé, amélioré, augmenté et rendu plus confortable et pratique » ainsi le corps tel un objet devrait être utilisable pour notre plus grand confort comme une voiture ou un équipement de la maison. Finalement, émerge l'image d'un corps en « kit », une sorte de lego® dont les éléments sont interchangeables selon nos envies. L'expression « équipement physiologique naturel » renvoie quant à elle à l'idée d'un équipement extérieur au corps et sur lequel on pourrait là aussi avoir la possibilité de le modifier à loisir. Cette expression rappelle un autre « équipement », celui du soldat. Dans le passage suivant, le lien entre les nanotechnologies et les performances du corps à des fins militaires apparaît au grand jour : « *Sans l'utilisation de médicaments, l'union de la nanotechnologie et de la biotechnologie peut être à même de modifier la biochimie humaine afin de compenser la privation de sommeil et la diminution de la vigilance, afin d'augmenter les aptitudes physiques et psychologiques et d'augmenter le taux de survie à une blessure physique* »<sup>245</sup>.

---

<sup>244</sup> Michèle ROBITAILLE, « Le cyborg contemporain. Quand les technosciences visent le remodelage du corps humain », *op. cit.*, p. 109-110. Le passage est tiré de R. A. Freitas Jr., « Nanomedicine », (Trad. libre), In *Kurzweilai.net*, [En ligne].

<http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0602.html>

<sup>245</sup> Michèle ROBITAILLE, « Le cyborg contemporain. Quand les technosciences visent le remodelage du corps humain », *op. cit.*, p. 113. Le passage est tiré de M.C. Roco et W.S. Bainbridge, « Converging Technologies for Improving Human Performance », (Trad. Libre), In *World Technology Evaluation*

Ces extraits sont autant d'exemples du rêve de toute-puissance sur le corps aussi bien sur les aptitudes physiques que sur les aptitudes psychiques et sensorielles. Le contrôle des émotions et la main mise sur le cerveau relèvent de la volonté affirmée d'un formatage de l'être humain dans son comportement. C'est la négation pure et simple de la personnalité propre, de la diversité des comportements et des réactions, du caractère unique de chacun. C'est la négation du chemin à parcourir par le sujet durant sa vie. L'évolution de ce chemin n'est jamais connue d'avance. Au nom de la « liberté » de chacun de disposer de son corps comme il l'entend, nous assistons dans ce discours à la négation pure et simple du sujet, voire à sa condamnation à mort avant même d'avoir pu réaliser ce pour quoi il est vivant tout simplement, ce pour quoi il est naturellement apte avec ses forces et ses faiblesses. Ce discours s'inscrit dans une tendance lourde de notre société et dans un nouveau modèle anthropologique prégnant qui consiste à considérer notre corps et notre psychisme comme une machine performante (efficacité physique), durable (longévité en bonne santé), rentable (performance au travail), utile (rester jeune pour rester dans la compétition économique). Il fait écho en l'amplifiant à une revendication actuelle, au niveau médical, de l'idée de transformation d'un « sujet humain en chef d'entreprise de sa santé et de sa vie auquel la médecine fournirait des indicateurs de conduite et de gestion, voire un cadre normatif des conduites »<sup>246</sup>.

Il convient de nuancer le propos précédent. Si le sujet devient « chef d'entreprise de sa santé » dans un souci de prévention pour rester en bonne santé (comme par exemple : avoir un régime alimentaire équilibré pour prévenir des maladies cardio-vasculaires), il est possible de considérer cet état de fait de façon positive. Le sujet fait appel à sa responsabilité pour rester en bonne santé. Les indications de prévention de la médecine peuvent l'y aider. La frontière se situe entre une proposition de prévention (aide et suivi du médecin traitant, valeur pédagogique de son suivi) et une injonction d'un cadre normatif (imposition de nouvelles normes où le concept de « bonne santé » pourrait être parasité par des considérations économiques). Le problème est que cette frontière est ténue. En lisant les deux textes du courant transhumaniste, il semble que le discours prône un « sujet » autonome et libre - si nous pouvons encore parler de sujet dans cette vision de l'être humain - chef d'entreprise de sa santé et particulièrement chef d'entreprise ou *manager* de son corps sur lequel il pourrait tout tenter sans que cela soit

---

Center, [en ligne]. [http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC_report.pdf), p.329.

<sup>246</sup> Roland GORI, Marie-José DEL VOLGO, *Exilés de l'intime. La médecine et la psychiatrie au service du nouvel ordre économique*, Paris, Denoël, 2008, p. 94.

nécessaire d'un point de vue pathologique. Ce discours n'est en fait que la caricature poussée à son paroxysme des nouvelles « valeurs » attribuées au corps et au psychisme humain dans une société occidentale ultralibérale et ce, au détriment de l'émergence véritable du sujet. Ces nouvelles « valeurs » sont liées à la convergence entre l'économie et le concept d'« autonomie-liberté » de l'individu. Ces valeurs pourraient être formulées ainsi : « l'avènement du marché du corps, de la fabrication du corps comme technique de satisfaction, de la normalisation des corps comme condition du salut, moyen de désirer sans fin, obéissance à la nouvelle morale de la bonne vie »<sup>247</sup>.

Curieusement cette volonté de toute-puissance exacerbée si caractéristique de notre époque et portée à sa caricature par le discours transhumaniste, s'exerce sur une vision du corps morcelé. Un corps bien fragile et bien imparfait apparaît. Le corps considéré comme un objet à améliorer, une vision morcelée et éclatée du corps et ce regard externe positionné de façon extrêmement critique devant son propre corps seraient comme les symptômes d'une certaine schizophrénie si on peut dire. En même temps, cohabitent de façon paradoxale avec cette vision dépréciative du corps, d'une part, une tendance très lourde à l'idéalisation du corps, à l'adoration de la beauté « parfaite » portée surtout par la chirurgie esthétique, et d'autre part, une relation problématique à la nourriture dans la société occidentale. Cette relation problématique se fait jour à travers les problèmes d'obésité, de boulimie, d'anorexie. Autant de maladies qui attestent de la maltraitance du corps et de l'agonie voire de la mort du désir soit en remplissant un vide (obésité, boulimie), soit en repoussant un trop plein (anorexie). Dans les deux cas, il s'agit d'une relation problématique avec le manque. D'un côté, on assiste à un phénomène de remplissage du corps par peur du vide intérieur et par refus du manque ; d'un autre côté, à un phénomène d'expulsion hors du corps à cause de l'insupportable trop plein et donc l'absence d'un manque nécessaire pour l'émergence du désir. Dans ces conditions, comment nos contemporains résisteront-ils pour ne pas adopter une attitude de « folie meurtrière » vis-à-vis du corps ? A ce constat d'une vision morcelée du corps s'ajoute depuis quelques décennies une vision transparente du corps. Il faut noter que la vision morcelée du corps n'est pas tout à fait inexistante en médecine par le fait de l'hyperspécialisation des services hospitaliers et des soins administrés, qui aboutit à gommer une vision globale du corps du patient. Quant à la vision transparente du corps, elle a tout d'abord été possible grâce aux progrès de l'imagerie médicale.

---

<sup>247</sup> Hervé JUVIN, *L'avènement du corps*, Paris, Gallimard, 2005, p. 124.

## 5. Corps transparent

La transparence du corps n'arrive que dans un second temps. Il y a d'abord eu l'ouverture du corps par la dissection et l'élaboration des planches d'anatomie. Puis les différents appareils de radiographie, d'échographie, de scanner, d'IRM (Imagerie par Résonnance Magnétique) ont permis une exploration intime du corps de plus en plus poussée. Les appareils restent cependant à l'extérieur du corps et passent la barrière uniquement de la peau sans en principe l'altérer pour accéder à la vie secrète des organes. Le diagnostic médical est intimement lié à l'interprétation des images par le médecin et à sa faculté à transmettre de façon claire ses informations au patient. L'appropriation de l'image par le patient découle du discours interprétatif du médecin. L'image du corps est une image recomposée par un ordinateur. C'est cette image de synthèse qu'interprète le médecin selon de nombreux paramètres que le patient ignore. La médecine moderne tend à détacher le corps du patient et le corps semble se réduire à l'image technique de l'ordinateur. David Le Breton citant Didier Sicard affirme ainsi que « Après avoir éliminé l'homme de son diagnostic, la médecine technologique en arrive à supprimer même le corps »<sup>248</sup>. La médecine technologique ne serait donc pas étrangère à cette tendance d'objectivation du corps voire à son éviction par l'image, tendance dont prendrait acte l'argumentaire du discours transhumaniste. D'autant que les nanotechnologies permettent d'améliorer les techniques d'imageries médicales par des procédés de fluorescence (nano-cristaux et élaboration de diagnostics, cf la 1<sup>ère</sup> partie de ce travail).

Si cette notion de transparence du corps humain est possible grâce à la médecine technologique, un pas supplémentaire est franchi avec la possibilité de miniaturiser de plus en plus les dispositifs grâce aux avancées des nanotechnologies. La transparence du corps inaugurée par la médecine se trouve aujourd'hui prolonger par l'introduction de caméras embarquées et de matériaux artificiels dans le but de soigner et réparer le corps. Ainsi il est possible d'embarquer des caméras d'une taille très réduite dans l'appareil digestif par exemple pour y déceler des anomalies. Les possibilités de la médecine sont

---

<sup>248</sup> David LE BRETON, *Anthropologie du corps et modernité, op. cit.*, p. 263.

décuplées avec la convergence NBIC (Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitives). Cet état de fait n'a pas échappé au discours transhumaniste qui affirme : « La convergence NBIC - Nano et Bio technologies, sciences Cognitives et de l'Information - offre depuis quelques décennies la possibilité à l'humain d'accélérer et de mieux contrôler son évolution »<sup>249</sup>. Nous constatons à nouveau le décalage entre les visées de la médecine, dont ces nouveaux dispositifs ont pour but de soigner - finalement - avec moins « d'ouverture » et d'agression de l'intégrité du corps pour détecter une maladie, et les conséquences sur la vision du corps dont le prix à payer réside en une plus grande transparence du corps. La barrière de la peau est davantage préservée mais l'intimité interne du corps est dans une large mesure dévoilée au point que le corps est devenu transparent. Alors que la médecine prône moins d'ouverture et plus de transparence du corps dans un but thérapeutique, le discours transhumaniste affirme toujours dans une vision objectivante du corps : plus de contrôle du corps et plus de vitesse dans l'accélération de l'évolution de l'humain. Le discours transhumaniste se sert des avancées de la médecine comme argumentaire mais utilise ensuite cet argumentaire à ses propres fins et pour développer sa propre vision de l'être humain et de son corps totalement objectivé. Il « surfe » en quelque sorte sur l'idée selon laquelle le progrès technologique, en particulier en médecine, va permettre de faire émerger « un nouvel Adam » libéré des contraintes du temps et de ses dégradations puisqu'il va maîtriser leurs effets sur son corps.

Enfin, la problématique de la transparence du corps est en train d'être dépassée par de nouvelles avancées liées aux nanotechnologies. Il s'agit des implants sous-cutanés et de leur lien avec les RFID (Radio Frequency Identification Device ou « étiquette radio » en français). On passe donc de l'ouverture du corps à la transparence du corps, et de la transparence du corps à l'effraction du corps. Là encore, il faut bien faire la différence entre un dispositif médical d'implants sous-cutanés destiné à la délivrance d'un médicament ou d'un contraceptif et des puces RFID qui permettent de « pister » une personne. L'implant médical est posé selon un protocole lié à l'éthique médicale et, en particulier, au consentement du patient. Reste que pratiquer une incision dans le corps pour installer l'implant n'est pas un geste anodin. L'implantation d'un corps étranger dans l'organisme peut avoir des conséquences sur la nouvelle vision qu'a le patient de

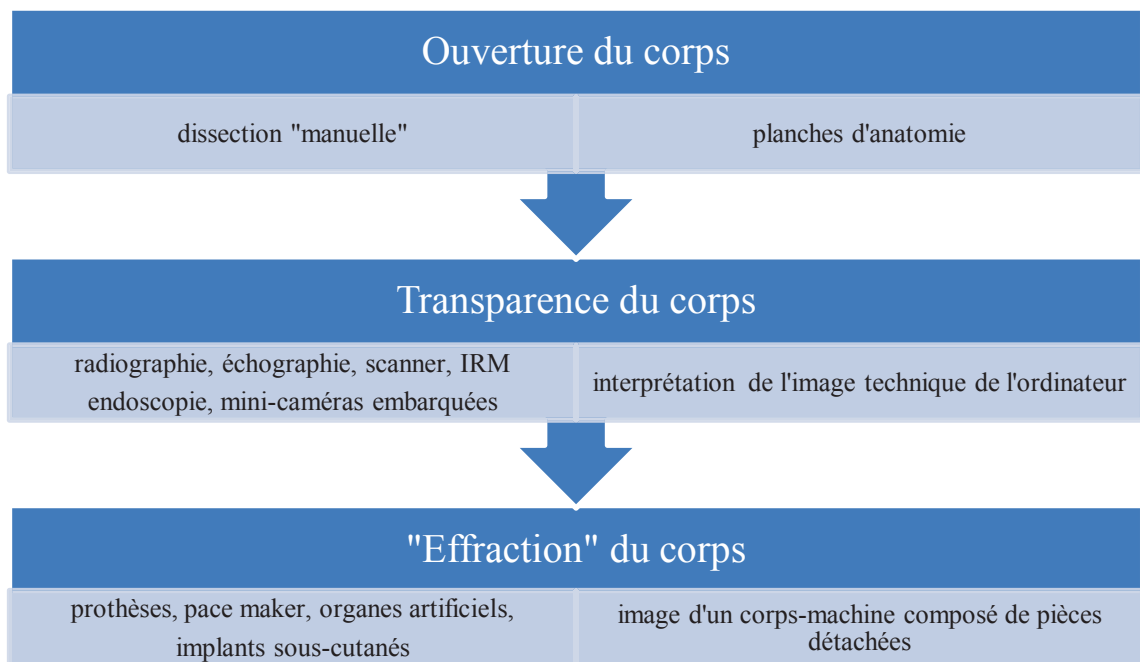
---

<sup>249</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Synthèse, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).



son propre corps. Concernant les puces RFID liées aux nanotechnologies, il s'agit de conséquences d'un autre ordre. Il y a un prix à payer pour atteindre la toute puissance, tel un pacte faustien qui affirmerait : « Tu peux tout mais on peut aussi tout sur toi, on peut tout connaître sur toi ». Le prix de la toute puissance serait la perte de la liberté individuelle (mais ceci est un autre débat) et une indifférence totale vis-à-vis du devenir du corps ainsi implanté de puces électroniques.

**Figure 24 : Ouverture, transparence, effraction du corps**



Le discours transhumaniste se sert donc des avancées de la médecine pour soutenir son propre projet. Il part du troisième stade du schéma ci-dessus et s'intéresse en particulier aux implants : « Concernant l'Humain, les projets ne manquent pas non plus : Nanomédecine tout d'abord (thérapies pratiquées par des nanorobots injectés dans l'organisme, médicaments délivrés par nanocapsules), mais bientôt, nano-augmentations de tous ordres, grâce à des nano-implants, afin d'améliorer les capacités motrices ou cognitives du corps ou du cerveau... »<sup>250</sup>. Ce discours porte en lui une objectivation exacerbée du corps et une élimination de l'idée de corps humain avec ses possibilités innées pour s'acheminer vers le concept de « cyborg » ou d'homme-machine. De fait, il affirme qu'il faut « accepter le principe que la Nature, l'Humain et

<sup>250</sup> Contribution de l'Association Française Transhumaniste au débat national sur les nanotechnologies, *op. cit.*, p. 2, consultable sur le site internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).



l'Humanité ne sont pas immuables »<sup>251</sup> sans préciser d'où provient cet argument d'autorité et sur quels critères il se base. Le corps devient obsolète et l'idée que les machines sont plus performantes que le corps humain devient évidente et pour ainsi dire « commune ». Jean-Michel Besnier parle « d'un accablant désir de machine »<sup>252</sup>. Ce discours s'apparente à un techno-prophétisme qui instrumentalise les possibilités de la médecine moderne. Le discours transhumaniste trouve dans l'essor des nanotechnologies un argument de poids pour étayer sa vision de l'être humain : « Le développement des nanotechnologies est souhaitable dans la mesure où il participe à l'augmentation des possibilités de l'humanité, où il contribue à perpétuer son existence et sa pensée »<sup>253</sup>. Au même titre que la médecine, les nanotechnologies sont également instrumentalisées par ce discours : elles alimentent les rêves les plus fous au grand dam des véritables scientifiques dont la démarche se veut rigoureuse quant au développement et aux véritables possibilités des nanotechnologies. Finalement avec ce discours futuriste aux accents de science-fiction que prônent les transhumanistes dans le but de promouvoir les nanotechnologies, ils ne font que jeter un discrédit soupçonneux sur elles. Les perspectives mirobolantes envisagées contribuent paradoxalement à alimenter un sentiment de peur et de méfiance vis-à-vis des nanotechnologies.

Le discours transhumaniste instrumentalise donc la démarche médicale basée sur la thérapie et utilise à ses propres fins les différentes visions du corps sous-jacentes à la médecine technologique qui ne sont pas forcément positives. Il exacerbe avec des accents techno-prophétiques les possibilités éventuelles des nanotechnologies et anéantit définitivement la sacralisation du corps.

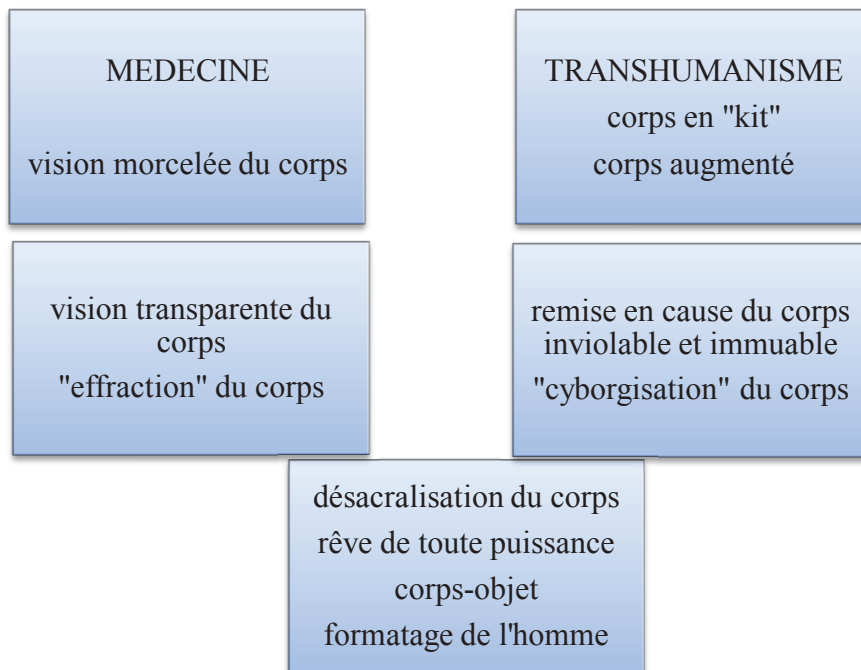
---

<sup>251</sup> *Ibid*, p. 2.

<sup>252</sup> Jean-Michel BESNIER, *Demain les posthumains, Le futur a-t-il encore besoin de nous ?*, Paris, Hachette, coll. Hachette Littératures Haute Tension, 2009, 119-140.

<sup>253</sup> Contribution de l'Association Française Transhumaniste au débat national sur les nanotechnologies, *op. cit.*, p. 5, consultable sur le site internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

**Figure 25 : Nouvelle vision du corps**



Nous avons évoqué que le discours transhumaniste, en particulier au sujet des nanotechnologies, avait un lien avec une forte volonté de toute puissance et dénotait une relation problématique au manque avec comme corrélats respectifs un déni (de réalité) de la castration et la mort du désir. Ce discours de façon plus générale s'inscrit dans une tendance lourde de la société contemporaine. Les perspectives de développement plus ou moins utopiques attribuées aux nanotechnologies semblent révéler de façon exacerbée les relations problématiques que nos contemporains cultivent vis-à-vis du corps.

### **CHAPITRE III : QUELQUES HYPOTHESES D'UN POINT DE VUE PSYCHANALYTIQUE**

Si nous prenons acte de l'affirmation suivante : « Rappelons-nous que le corps qui intéresse la psychanalyse n'est pas notre organisme, corps ausculté, soigné et opéré par la médecine. Non, le corps qui nous intéresse est notre corps vivant, certes, mais tel que nous l'aimons ou le rejetons, tel qu'il est inscrit dans notre histoire et tel qu'il est impliqué dans l'échange affectif, sensuel et inconscient avec nos partenaires

privilegiés »<sup>254</sup>, comment est-il possible d'interpréter l'attitude contemporaine vis-à-vis du corps, la vision morcelée du corps et cette volonté exacerbée du discours transhumaniste d'améliorer les capacités corporelles ? Si la démarche psychanalytique est de s'intéresser au corps vivant inscrit dans une relation d'amour/haine et d'acceptation/rejet, n'y-a-t-il pas une articulation entre tout ce que subit le corps physiquement grâce aux progrès de la médecine et qui alimentent les phantasmes de toute puissance du discours transhumaniste et une relation très ambiguë d'amour/haine et d'acceptation/rejet contemporaine du corps ? Les cloisons sont-elles si étanches entre le corps de la médecine et le corps de la psychanalyse ?

### 1. Amour et haine du corps

Au niveau strictement des avancées médicales, les nanotechnologies ont pour but d'élaborer des techniques de soins plus ciblées, mieux dosées, plus rapides de certaines pathologies, en particulier en oncologie<sup>255</sup>. Même si l'ignorance est encore grande des conséquences toxicologiques de ces techniques (cf la 2<sup>e</sup> partie de ce travail sur l'élaboration d'une nano-éthique) et que treize centres de recherche américains viennent de démontrer récemment que les nanoparticules de dioxyde de titane et les nanotubes de carbone pouvaient affecter les voies respiratoires de rongeurs (inflammation et fibrose)<sup>256</sup>, elles ont pour but d'améliorer les traitements et de les rendre plus supportables. En ce sens, la démarche initiale se voulait de soigner le corps (c'est la vocation de la médecine), de minimiser l'agression faite au corps et autant que faire se peut la douleur qui y est associée ainsi que les effets secondaires. Cependant d'autres effets secondaires non souhaités peuvent donc apparaître.

Nous avons vu que le discours transhumaniste relève d'une toute autre logique : il instrumentalise les possibilités de la médecine et des nanotechnologies pour envisager la modification et l'augmentation des capacités du corps. Ce discours fait comme s'il « aimait » le corps puisque le but avoué est de prolonger la vie du corps, lutter contre le vieillissement, le maintenir en bonne santé le plus longtemps possible. Mais, en réalité,

---

<sup>254</sup> Juan-David NASIO, *Mon corps et ses images*, op.cit., p.103-104.

<sup>255</sup> Pierre Camille LACAZE, *Les nanotechnologies. Concepts et applications*, Paris, Lavoisier, coll. Hermès Sciences – Sciences et technologies, 2013, chapitre 7 Nanobiologie et nanomédecine, p. 207-251, chapitre 8 Nanorobotique et nanomachines du futur, p. 253-274.

<sup>256</sup> Actualités Santé, *Danger des nanos : c'est confirmé*, Sciences et Avenir, juin 2013, N° 796, p. 26. Source : M. Tachibana, Université de sciences et de santé de l'Oregon (Etats-Unis).

le motif inavoué est qu'il « hait » le corps tel qu'il est naturellement avec ses limites, avec ses contraintes biologiques et physiologiques. Autrement dit, son « amour » du corps est sous condition, il espère l'améliorer « pour son bien ». Cette augmentation est sans limite selon les « prédictions prospectives » de l'initiateur du mouvement transhumaniste Ray Kurzweil. Il prédit l'avènement « d'un monde (qui) restera humain, mais qui dépassera nos racines biologiques »<sup>257</sup> et la marche inéluctable « vers un éden mécanique » où les machines seront autonomes<sup>258</sup>. Ce discours hait le corps dans sa vulnérabilité, dans ses limites et dans ses manques. Il voudrait gommer par les nanotechnologies toutes ses imperfections et s'inscrit dans sa logique d'augmentation de l'humain en opposition totale avec tout un pan de la réflexion éthique, en particulier celle de Hans Jonas. Ce dernier accorde en effet une importance toute particulière dans sa réflexion à la vulnérabilité intrinsèque du vivant et par conséquent de l'être humain. Et selon lui, cette vulnérabilité se double d'une autre vulnérabilité due aux conséquences de la technique en tant qu'artifice sur le corps humain<sup>259</sup>. Voici donc un discours transhumaniste relatif au corps bien ambigu qui s'inscrit dans un rapport plus général de nos contemporains avec la technique et, plus surprenant, avec l'économie. Nous y reviendrons.

D'un point de vue psychanalytique, comment expliquer cette volonté appuyée d'augmenter les capacités du corps ? Pourquoi rêver à cet « éden mécanique » ? Que se joue-t-il donc dans le discours transhumaniste sur le corps ? Le sentiment de soi, selon Françoise Dolto, est constitué de la mémoire qu'a l'adulte de trois images de son corps gravées dans son inconscient lorsqu'il était bébé et lorsqu'il communiquait avec sa mère : l'image de base (le corps est ressenti comme une base stable), l'image fonctionnelle (le corps, lieu des tensions organiques, est ressenti comme une masse tonique), l'image érogène (le corps, lieu où le plaisir émerge, est ressenti comme un orifice érogène). Françoise Dolto affirme également que l'image inconsciente du corps se forme dès la vie intra-utérine et se poursuit jusqu'à l'âge de trois ans. Ensuite cette image est refoulée et l'image spéculaire (image du miroir) domine<sup>260</sup>. Cependant

---

<sup>257</sup> Ray KURZWEIL, *The Singularity Is Near: When Humans Transcends Biology*, New York, Viking Press, 2005, p. 9.

<sup>258</sup> Bruce BENDERSON, *Transhumain*, Paris, Payot & Rivages, coll. Manuels Payot, 2010, p. 27-49.

<sup>259</sup> René SIMON, « Le fondement ontologique de la responsabilité et de l'éthique du futur » in Denis MULLER, René SIMON éd., *Nature et descendance. Hans Jonas et le principe « Responsabilité »*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 25, 1993, p.101.

<sup>260</sup> Françoise DOLTO, *L'image inconsciente du corps*, Paris, Seuil, coll. Points Essais, 1984.

l'image inconsciente du corps refoulée n'en reste pas moins active inconsciemment tout au long de la vie d'une personne. Nous pouvons prendre acte des acquis des travaux et de l'expérience clinique de Françoise Dolto sur l'importance des expériences du fœtus puis du nourrisson et du jeune enfant sur son élaboration de l'image inconsciente de son corps. Ces expériences sont essentiellement individuelles.

En revanche, ce que l'on pourrait dire, c'est que ces expériences peuvent être également impactées par la culture dans laquelle vit l'enfant. L'impact se situerait sur le corps-vécu puis sur le corps-vu à quatre niveaux différents.

Premièrement, dans notre société occidentale largement dominée par la médecine technique, le corps de l'enfant est déjà visible *in utero* par l'échographie. Cette technique induit la transparence du corps de la mère et déjà la visibilité du corps de l'enfant. Cette « effraction » du corps de la mère et ce « voyeurisme » du corps de l'enfant ont des raisons avant tout médicales afin de s'assurer du bon déroulement de l'évolution du fœtus. Les relations intersubjectives et « inter-corporelles » entre la mère et son enfant subissent très tôt des interférences du milieu ambiant avec la médicalisation moderne de la gestation et de la naissance. Une grande part du mystère de l'émergence de la vie est dévoilée, mise en pleine lumière et subit un regard « technique ». L'attente durant les neuf mois de gestation est ponctuée de rendez-vous entre la mère et son fœtus *via* une machine et *via* l'interprétation des images par l'échographiste. Cette interprétation a pour objet de repérer les imperfections, les anomalies, les pathologies du fœtus. En l'absence de ces données problématiques, l'interprétation rassure la mère et la conforte dans sa capacité d'être une « bonne génitrice ». Ici pointerait en filigrane l'idée d'un « travail » bien fait selon des règles établies de normalité du développement du fœtus.

Deuxièmement, le souci d'éviter le handicap et la transmission de maladies génétiques graves et de maladies orphelines au futur enfant a induit le développement de la pratique de l'interruption volontaire de grossesse (IVG) pour des raisons médicales, le diagnostic pré-implantatoire (DPI) pour éviter la transmission de gènes défectueux. Ces pratiques sont largement reprises et revendiquées par le discours transhumaniste au nom de la « liberté de reproduction » des parents. Se défendant d'un quelconque eugénisme, ce discours associe les notions de liberté, de responsabilité et « d'autonomie corporelle » des parents : « Les transhumanistes soutiennent les principes de l'autonomie corporelle et de la liberté de procréation. Les parents doivent pouvoir

choisir de se reproduire, choisir les moyens, et les méthodes technologiques utilisées. L'utilisation de la médecine génétique ou des tests d'embryons préimplantatoires afin d'accroître la probabilité d'avoir des enfants sains, heureux, et talentueux est une application responsable et justifiée de la liberté de reproduction des parents »<sup>261</sup>. Nous pouvons constater que le discours transhumaniste instrumentalise non seulement les avancées des nanotechnologies mais également les avancées de la médecine génétique et des nouvelles techniques de procréation médicalement assistée. Il revendique entre autre la légalisation de la gestation pour autrui (GPA)<sup>262</sup>. Il fait donc feu de tous bois pour étayer sa propre vision de l'humain et de son corps.

Troisièmement, la séparation du corps de l'enfant d'avec le corps de sa mère arrive souvent très tôt et peut avoir des conséquences sur le corps-vécu de l'enfant. Cette séparation a parfois lieu dès la naissance avec le placement en couveuse de l'enfant pour des raisons médicales, en particulier les enfants nés prématurément. La socialisation précoce en crèche ou chez une nourrice car la mère reprend son activité professionnelle est également une autre donnée. Enfin le « portage » même de l'enfant par la mère occidentale est, par exemple, très limité par rapport à une mère d'origine africaine qui porte son enfant même lorsqu'elle travaille dans les champs.

Quatrièmement, il faut noter que le souci que l'on porte au corps de l'enfant est rapidement plongé dans la logique d'un système économique : la naissance d'un bébé est un véritable budget à prévoir, un bébé est un consommateur, un bébé « coûte cher ». Sa santé et son corps sont l'objet de toutes les attentions et le marketing s'engouffre dans la brèche afin que les parents offrent « ce qu'il y a de mieux » à leur enfant. Dans ces conditions, le corps de l'enfant est objectivé très tôt dans la société occidentale de consommation, aussi bien le corps-vécu (jusqu'à trois ans) que le corps-vu (à partir de trois ans). Cela a peut-être un impact sur la vision que le futur adulte aura de son corps et sur les relations qu'il entretiendra avec son corps. Le discours transhumaniste serait une conséquence extrême de cet état de fait. La culture du « zéro défaut », l'idée d'un corps performant à qui il faut apporter le meilleur dès la prime enfance et l'idée que l'enfant doit bénéficier (voire « doit revendiquer le droit à ») d'un total épanouissement

---

<sup>261</sup> FAQ, 3.1 Les nouvelles technologies ne bénéficieront-elles qu'aux plus riches et aux plus puissants ? , p. 6, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

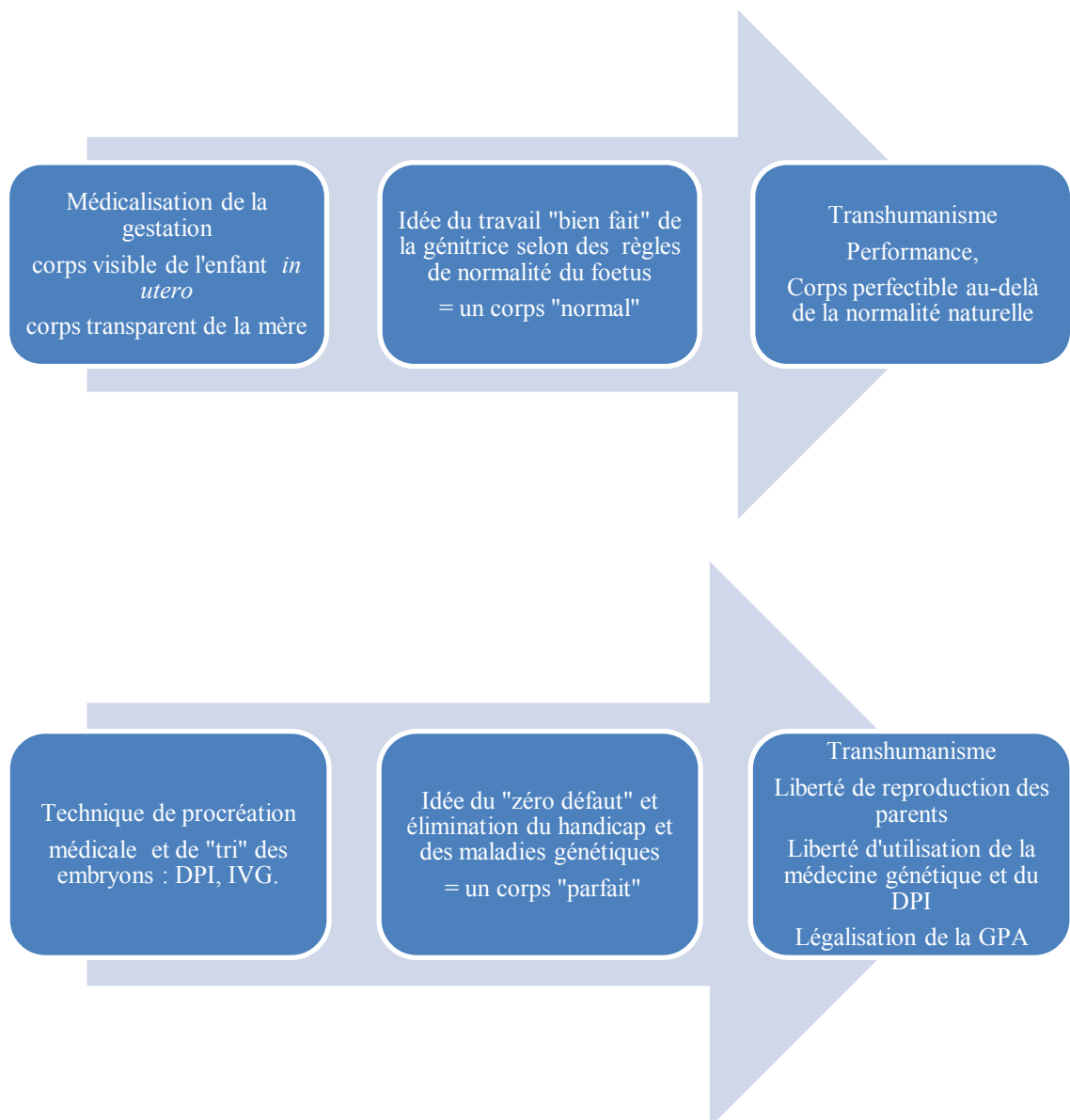
<sup>262</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Synthèse, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

de ses capacités motrices et intellectuelles seraient le terreau fertile à ce discours et à l'idée du « corps-machine ». Ceci dans un but sous-jacent et inavoué de standardisation de l'enfant pour correspondre aux exigences de la société occidentale ultralibérale. Cette standardisation, ce gommage du défaut et du handicap, de la différence des comportements (l'autisme par exemple) se reflète également dans certaines méthodes d'éducation comportementale : « Sur un versant, l'autisme comportementale (celui décrit par les neuropsychologies comportementales) n'est-il pas le paradigme de l'anthropologie moderne, celle qui nous suggère de nous penser à travers le modèle d'une machine efficace, durable, rentable, utile, etc ? »<sup>263</sup>.

---

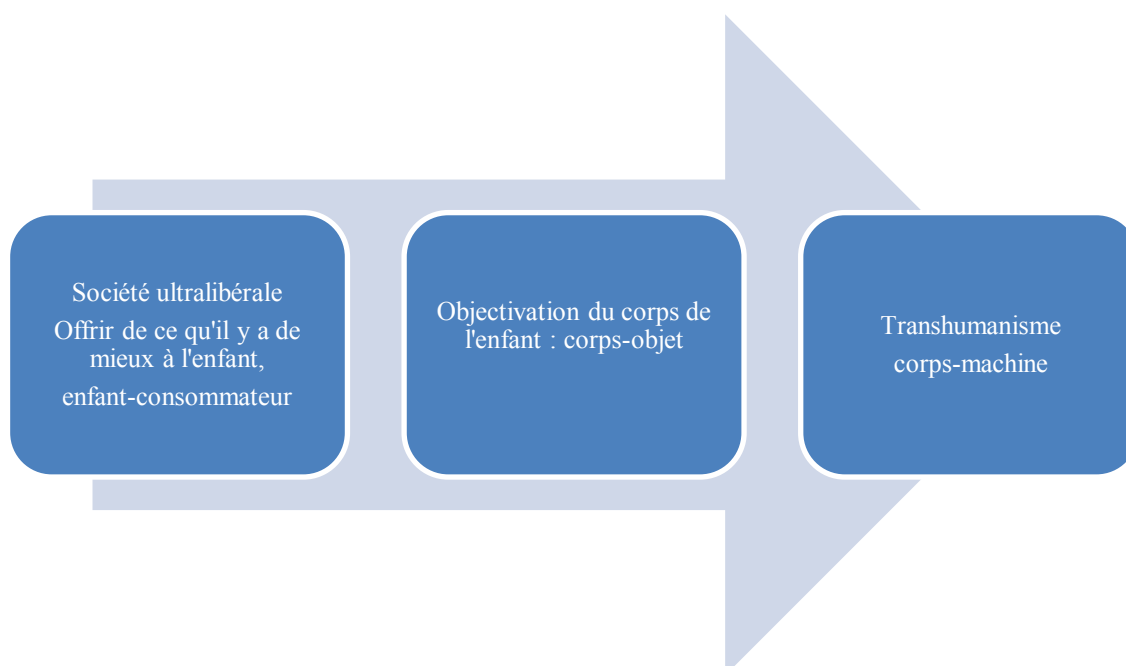
<sup>263</sup> Jean-Marie SAURET, « L'autisme en débat », in Jean-Daniel CAUSSE, Henri REY-FLAUD (dir.), *Les paradoxes de l'autisme*, Toulouse, Erès, 2011, p.59.

**Figure 26 : Impact de la médecine technique et instrumentalisation de celle-ci par le discours transhumaniste**





**Figure 27 : Impact de la société et de la culture**



Tout se passe comme si l'image du corps-vécu, alors qu'il est prédominant jusqu'à l'âge de trois ans environ, se trouvait prématurément refoulé à cause de l'entourage et de la société au profit de l'avènement de l'image du corps-vu. Tout se passe comme si l'image du corps-vécu était réduite à la portion congrue et son importance rétrécie, comme si on ne laissait pas le temps à l'enfant d'atteindre tranquillement ses trois ans pour accéder au stade du miroir. Pour Françoise Dolto, l'unité du *moi* s'acquiert grâce au désir que l'enfant ressent, elle vient des sensations internes de désir et d'échanges affectifs et érotiques avec l'autre. En ce qui concerne le stade du miroir, c'est-à-dire lorsque l'enfant découvre sa propre image dans le miroir, ce dernier est déstructurant (contrairement à l'hypothèse de Jacques Lacan pour qui le miroir est structurant). L'enfant peut être fasciné par son image. Cette fascination le rend *objet* parmi d'autres objets<sup>264</sup>. Avec le discours transhumaniste sur le corps, tout se passe comme si non seulement le corps-vécu était mis en sourdine voire nié, comme si les manifestations du corps physique dans son développement au fil du temps (usure, vieillissement, anomalie, imperfection, finitude) étaient à effacer. Non seulement le corps-vécu est passé à la trappe mais le corps-vu n'est pas non plus satisfaisant puisqu'il doit être amélioré, voire augmenté.

<sup>264</sup> Juan-David NASIO, *Mon corps et ses images*, op.cit., p.185.

Le corps-vu ne sert pas vraiment au maintien d'un narcissisme positif. L'idée même d'amélioration et d'augmentation des potentialités du corps initie une fuite en avant vers un idéal du corps inatteignable. Le corps façonné à sa guise et selon la volonté de chaque personne présente une fausse image de la liberté et de l'autonomie. Cette fuite est alimentée par une insatisfaction chronique vis-à-vis du corps et une exigence tyrannique de perfection. Ce phénomène se retrouve dans l'enchaînement d'opérations de chirurgie esthétiques chez certaines personnes qui finalement ne sont jamais satisfaites de l'aspect de leur corps. Il s'agit d'insatisfaction d'un point de vue esthétique dans le but de plaire et de se plaire, d'être accepté, aimé par les autres. Au niveau du discours transhumaniste, il s'agit d'une insatisfaction d'un point de vue « mécanique » dans le but de performance accrue et de transgression des limites physiologiques naturelles. La hantise de ne pas être physiquement « à la hauteur » se situe au niveau esthétique dans la société en général (le corps est un objet de valorisation sociale et professionnelle) et au niveau technique dans le discours transhumaniste (le corps est une machine performante qui nous apportera liberté et bonheur). L'augmentation des possibilités du corps va au-delà du simple fait d'utiliser un outil externe pour pallier aux limites physiques du corps.

En effet, l'être humain a fabriqué des outils pour décupler sa force (système de levier, de poulie), pour aller plus vite (tous modes de locomotion autres que ses propres jambes), pour voir plus loin (lunettes, télescopes, microscopes). Les limites physiques du corps humain ont permis à l'être humain de développer des outils et des nouvelles connaissances. Ces outils sont à considérer positivement comme des moteurs du progrès de l'évolution humaine dans sa maîtrise de l'environnement. Ces outils restent externes, restent à l'état d'objets utilitaires pour l'être humain. Ils ne témoignent pas de la négation des possibilités physiques mais sont les témoins des limites physiques de l'être humain et prennent acte de ces limites. Le fait de prendre acte de ses limites permet à l'être humain de se construire et de s'inventer dans son environnement. Les limites de l'être humain permettent à ce dernier d'évoluer.

Là où le discours transhumaniste diverge, nous semble-t-il, c'est qu'il prône une augmentation grâce à des outils qui pourraient être internes au corps (prothèses) et non plus simplement externes. Il ne prend pas simplement acte des limites et ne semble pas reconnaître le pouvoir structurant des limites. Il nie les limites. La négation des possibilités naturelles et donc des limites du corps entraînerait sur la pente d'un « eugénisme libéral » bien que le discours transhumaniste s'en défende et présente ce

processus comme un bienfait pour l'être humain (vivre plus longtemps en bonne santé) et comme une étape normale de l'évolution de l'être humain. Avec les nanotechnologies, les conséquences deviennent extrêmes : le corps se transformerait en une « station de production soumise à une supervision et une régénérescence autorégulée qui permettent que soient effectuées en permanence réparations et améliorations »<sup>265</sup>. Une telle approche du corps pose un réel problème quant à l'estime de soi. Une relation ambivalente entre amour et haine du corps, entre surinvestissement et maltraitance du corps apparaît alors.

## 2. Entre culture du narcissisme et faille narcissique

Lorsque les différents auteurs parlent des effets de la technique sur nos contemporains et qu'ils utilisent le terme de narcissisme, ils ne l'emploient généralement pas dans son sens strictement psychanalytique. Le narcissisme est plus simplement synonyme d'estime de soi, de valorisation de soi. Le narcissisme primaire selon Freud concerne le moment où l'enfant se prend lui-même comme objet d'amour. Dans une étape ultérieure, il choisit des objets extérieurs. Lors de la phase du narcissisme primaire, l'enfant se croit également dans la toute-puissance de ses pensées<sup>266</sup>.

Dans le discours transhumaniste sur les nanotechnologies et leurs possibilités appliquées au corps humain, on retrouve cette préoccupation centrale et cette focalisation sur le corps. Mais le corps semble être de façon ambivalente à la fois objet d'amour mais également objet de « haine » puisqu'il est naturellement et structurellement imparfait et qu'il faut l'améliorer ou l'augmenter. On retrouve de surcroît cette idée de toute-puissance et les adeptes du transhumanisme semblent vraiment croire à cette toute-puissance *via* les technologies en général : « Le technoprogessiste ne veut pas prolonger une vie paisible en pantoufles, mais augmenter le potentiel humain pour relever les défis majeurs de notre époque, à partir de la compréhension scientifique profonde de la réalité (qui dans sa complexité met à l'épreuve la puissance actuelle de l'intelligence humaine et défie nos certitudes) jusqu'à

---

<sup>265</sup> Jürgen HABERMAS, *L'avenir de la nature humaine. Vers un eugénisme libéral ?*, Paris, Gallimard NRF essais, 2002, p. 66-67.

<sup>266</sup> Jean LAPLANCHE, J.B. PONTALIS, *Vocabulaire de la psychanalyse*, Paris, Presses Universitaires de France P.U.F., coll. Quadrige, 5<sup>e</sup> édition, 2007, p. 264.

l'exploration et la colonisation de l'espace »<sup>267</sup>. Voici donc un vaste programme qui accroîtrait la toute-puissance de l'être humain même sur l'univers entier.

L'univers technique, dans lequel l'être humain vit, lui impose un mode de dévoilement<sup>268</sup> et une lecture du monde bien spécifique. Chaque chose doit être donnée en pleine lumière, doit être expliquée, doit être à sa disposition pour la satisfaction de ses besoins et de ses désirs. Ainsi la technique pourrait apparaître comme un facteur de plus grande liberté. Cependant ses effets sont ambivalents : imposer une lecture du monde en terme de maîtrise, de pouvoir sur les objets et sur les êtres vivants induit la notion d'efficacité, d'utilité, de résultats et, pour ce qui nous intéresse, d'objectivation du corps. La technique ne peut être uniquement comprise comme pourvoyeuse de moyens pour les êtres humains de satisfaire leurs désirs, elle implique aussi la domination de l'utilité au détriment des questions de sens, de dignité. Quel est alors le sens proprement humain de l'existence si l'être humain est entraîné dans une course sans fin vers de nouveaux défis techniques ? Comment soutenir une bonne estime de soi si la technique s'avère être « un facteur de mésestime de soi »<sup>269</sup> ? Le point de basculement se situe au moment où l'objet technologique, de source de liberté et de toute-puissance, devient source d'esclavage, de frustration, d'impuissance et de colère. Citons comme exemple notre impuissance devant un ordinateur en panne, devant un GPS non mis à jour suite à des travaux dans une ville, devant un serveur vocal qui ne nous propose pas dans son menu « notre » problème à régler, ou encore notre perplexité face à l'obligation de répondre à une voix synthétique et artificielle pour accéder à des services de l'administration.

Nous assistons donc au paradoxe suivant : alors que la technique est présentée comme moyen d'émancipation, comme moyen de simplification de la vie quotidienne, comme moyen de « gagner » du temps donc de le maîtriser, elle rend le quotidien plus compliqué et parfois absurde. Alors que la technique pourrait *a priori* réparer la faille narcissique de l'homme en comblant ses besoins et ses manques (même si ce procédé s'avère illusoire d'un point de vue psychanalytique puisque c'est justement le manque qui alimente le désir), elle ne fait qu'ouvrir encore plus cette faille. Dans la perspective

---

<sup>267</sup> Les valeurs du transhumanisme, 2. Pourquoi évoluer ? Des défis à l'auteur du potentiel humain, sur le site internet <http://www.transhumanistes.com/presentation.php>.

<sup>268</sup> Martin HEIDEGGER, *Essais et conférences. La question de la technique*, Paris, Gallimard, coll. Tel, 1980.

<sup>269</sup> Jean-Michel BESNIER, *Demain les posthumains. Le futur a-t-il encore besoin de nous ?*, op. cit. p.138.

d'une vision critique de la technique, l'être humain perd au nom du progrès technique un nombre non négligeable d'initiatives, d'actes responsables et de savoir-faire dont les risques se traduisent par une infantilisation de son comportement et une perte de son autonomie physique et intellectuelle. Tous les acquis et toute l'autonomie que l'être humain a mis des années à maîtriser durant son enfance se trouvent finalement édulcorés et vidés de leur sens. Les possibilités intellectuelles et physiques deviennent progressivement obsolètes au profit des machines : le calcul mental est remplacé par la calculatrice, la psychomotricité fine de la main est remplacée par le clavier d'ordinateur, les jeunes enfants vont bientôt apprendre à tracer les lettres avec un seul doigt sur une tablette au lieu d'apprendre à tenir un crayon qui implique toute la main, les cinq doigts, le poignet, le coude et le bras. La simplification espérée de la vie quotidienne et l'éradication des contraintes matérielles mènent parfois à un nouvel esclavage moderne, à une soumission aux machines, aux divers robots et ordinateurs. Cette réflexion est un constat de notre société, il n'implique pas une nostalgie du passé ou une technophobie. L'interrogation doit porter non sur un quelconque regret mais sur le fait que nous n'avons guère le choix d'utiliser ou non toutes ces nouveautés technologiques dès le plus jeune âge. Le corps subit un phénomène de rétractation de ses possibilités et, du coup, la conséquence en est une amplification de cette vision véhiculée par le discours transhumaniste d'un corps défaillant et faible à modifier et à augmenter sans retard. Nous assistons donc, d'un côté à un appauvrissement des possibilités physiques et intellectuelles du corps dû à l'omniprésence des machines, de l'autre côté à une volonté d'amélioration et d'augmentation des possibilités du corps jugé inadéquat et constituant un frein aux rêves de toute-puissance de l'être humain.

Ce constat s'inscrit dans une situation à nouveau paradoxale puisque notre société occidentale cultive un narcissisme à outrance vis-à-vis du corps essentiellement basé sur la beauté, la jeunesse, l'idéal esthétique et la performance sous toutes ses formes<sup>270</sup>. La performance participerait à la construction identitaire du sujet. La performance deviendrait alors « productrice de sens par la sensation de dépassement de soi »<sup>271</sup>. Ainsi nous en arrivons à une situation de « maltraitance » du corps en cascade : le corps est appauvri de ces réelles possibilités par les machines et la technique, puis le

---

<sup>270</sup> Alain EHRENBURG, *Le culte de la performance*, troisième partie « De l'aventure entrepreneuriale à la dépression nerveuse », *op. cit.*, p.171-287.

<sup>271</sup> Georges VIGNAUX, *L'Aventure du Corps. Des mystères de l'Antiquité aux découvertes actuelles*, Paris, Pygmalion, 2009, p.369.

comblement de cette perte a lieu par une logique de « dépassement de soi » dans des activités sportives et intellectuelles tant dans les domaines des loisirs que sur le lieu de travail. A aucun moment ne semblent être tout simplement acceptées les capacités physiologiques et naturelles du corps comme un acquis positif. Cet acquis peut éventuellement être prolongé dans son efficience par l'entretien et le maintien de ses capacités et par des outils – qui doivent rester dans leur rôle d'outil au service de l'être humain et non pas devenir un outil d'aliénation. Nous assistons soit à un amoindrissement, soit à un forçage des capacités corporelles. Dans les deux cas, le corps est maltraité voire haï. L'apogée de cette logique se retrouve dans le discours transhumaniste. Si nous acceptons l'idée selon laquelle l'homme est fait de chair, qu'il n'a pas seulement un corps (relation purement objective) mais *est* ce corps (relation subjective), toute altération du corps revient à une altération du sujet. Finalement, au lieu d'arriver à une construction positive du sujet, le statut dévalorisé du corps induit le statut dévalorisé du sujet.

### 3. Vers la mort du corps, vers la mort du sujet

Le procédé peut être inversé : la dévalorisation du sujet peut induire la dévalorisation du corps. La relation corps-sujet semble être une relation réciproque. La maltraitance voire la négation pure et simple du sujet ont été portées à son point extrême dans le système concentrationnaire. Avec l'effacement total du nom patronymique au profit d'un numéro tatoué sur le bras, s'ouvre la voie à la maltraitance du corps : par les travaux forcés, par les expériences médicales (au nom de la science et du progrès médical) semblables à la torture, par l'organisation planifiée de la mort de masse. Ni le sujet, ni le corps du sujet ne sont désormais considérés comme humain dans la logique concentrationnaire. Nous ajouterions le constat suivant : à Auschwitz, le corps a été totalement objectivé et réduit à un objet de profit. La récupération de la peau humaine pour fabriquer des abat-jours, des cheveux pour fabriquer des tissus signe le morcellement total du corps et la perte de toute signification humaine du corps. Même des prothèses du corps, comme les dents en or, ont été récupérées et valorisées pour en tirer un profit commercial. Si le sujet n'est plus le corps et si le corps n'est plus la personne, alors tout est permis.

Le discours transhumaniste prône la domination totale et absolue de la science et de la technique sur le corps de l'être humain. Nous ne pouvons pas y voir avec certitude un nouvel eugénisme moderne mais simplement constater que l'idée de corps imparfait et la négation symbolique de la mort sont présentes. Mais nous ne pouvons pas non plus écarter les deux hypothèses suivantes et nous devons rester vigilants. Dans une perspective historique et épistémologique, l'hypothèse de Giorgio Agamben avance que des liens existaient entre le « pouvoir souverain » et le « pouvoir biomédical »<sup>272</sup>. Ces liens ont contribué à élaborer un type de discours dépréciatif sur plusieurs années. La conséquence en a été de rabaisser les internés des camps au rang de pure animalité biologique et de les considérer comme indignes de vivre. Dans une perspective sociologique, Céline Lafontaine émet l'hypothèse que la « postmortalité » qui caractérise notre société contemporaine « repose à la fois sur la négation symbolique de la mort par les exécutions de masse qui ont marqué le XXe siècle et sur sa déconstruction biomédicale qui a permis de prolonger significativement la vie individuelle dans les sociétés modernes »<sup>273</sup>. Le discours transhumaniste émerge dans les années 1980 au sein même de la société « post-mortelle ».

Le discours transhumaniste se défend de telles dérives eugénistes, en particulier en ce qui concerne la problématique des techniques de reproduction médicalement assistée : « Ces idées sont totalement en contradiction avec la doctrine humaniste et scientifique du transhumanisme. En sus d'être opposé, de désapprouver la coercition qu'implique une telle politique [celle du IIIe Reich], les transhumanistes rejettent fortement l'hypothèse raciste qui soutient une telle politique, de même que l'idée que l'amélioration eugéniste puisse être accomplie à travers une reproduction sélective. Les transhumanistes soutiennent les principes de l'autonomie corporelle et de la liberté de procréation »<sup>274</sup>. Certes, nous pouvons prendre acte de la bonne foi des transhumanistes qui condamnent l'eugénisme. Cependant leur démarche de désacralisation du corps va de paire avec la désacralisation de la personne. Les limites peuvent devenir floues entre désacralisation et objectivation du corps. En effet, où placent-ils vraiment le curseur et les limites – si des limites sont envisagées – de l'autonomie et de la liberté ? Le discours transhumaniste ne le précise pas vraiment. Notons que c'est bien la sacralisation du

<sup>272</sup> Giorgio AGAMBEN, *Homo Sacer. Le pouvoir souverain et la vie nue*, Paris, Seuil, coll. « L'ordre philosophique », 1997, p. 148.

<sup>273</sup> Céline LAFONTAINE, *La société post-mortelle*, op. cit., p. 45.

<sup>274</sup> FAQ, 3.1 Les nouvelles technologies ne bénéficieront-elles qu'aux plus riches et aux plus puissants ?, p. 7, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

corps qu'il reproche aux comités d'éthique : « Les comités d'éthique qui orientent les décisions politiques semblent repliés sur des valeurs d'inspiration plus religieuse qu'humaniste. Au mieux, ils se bornent à sacraliser le vivant, faisant preuve d'un absolu anthropocentrisme, là où il faudrait envisager de sacraliser la Pensée et de transcender l'humain »<sup>275</sup>. Or, si la sacralisation du corps humain, ou, si on ne veut pas utiliser ce terme fortement connoté, le respect du corps humain et de la personne humaine est le dernier verrou qui saute, alors la voie est ouverte aux dérives. Les limites deviennent floues entre un narcissisme « bien tempéré » nécessaire à une bonne estime de soi et donc au respect de soi-même et des autres, et un narcissisme exacerbé voire dévoyé, véhiculé dans la société contemporaine, qui fait miroiter toutes sortes de possibilités sur le corps au nom de la liberté de penser et d'agir. Le discours transhumaniste utilise l'expression « transcender l'humain » et véhicule l'idée, peut-être poussée à la caricature, d'un être humain « entrepreneur de soi-même ».

#### 4. « Entrepreneur de soi-même »

Il est temps de rassembler de façon synthétique les différents éléments évoqués dans le tableau ci-dessous et de proposer des articulations et des hypothèses complémentaires avec les données psychanalytiques, qui restent ouvertes et à débattre. L'idée d'« entrepreneur de soi-même » - dans le cadre du discours transhumaniste, l'idée de « bricoleur de soi-même » serait plus juste - s'inscrit dans un contexte et un discours spécifique de la société contemporaine. Les relations entre histoire, système économique, avancées scientifiques, vision de l'humain sont en interaction et ont des conséquences anthropologiques et sociologiques dont la psychanalyse peut se faire le témoin et peut tenter de proposer des pistes de réflexion. Cette démarche est en lien avec la démarche de Jean-Pierre Lebrun : de « conceptualiser les effets de la mutation contemporaine du lien social avec la subjectivité »<sup>276</sup>. L'impact de la technologie et des avancées scientifiques a des effets sur le lien social et sur la subjectivité. C'est ce deuxième aspect en particulier dont il va être question ainsi que des relations au corps qui semblent poindre dans le discours transhumaniste.

---

<sup>275</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste. Ethique et Politique, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com)

<sup>276</sup> Roland CHEMAMA, *La psychanalyse comme éthique*, suivi de *Du grain à moudre*, Toulouse, Erès, coll. Humus, 2012, Avant-propos de Jean-Pierre LEBRUN, p.8.



**Figure 28 : Corps / Objet**

CORPS / OBJET	
Histoire contemporaine	Le traitement du sujet et de son corps dans le camp de concentration * mort du sujet * mort du corps du sujet
Contexte actuel	Interaction de la Technique et de l'Economie Capitalisme et société de consommation *rapport de satisfaction immédiate à l'objet jetable *rapport d'efficacité, d'utilité, de résultats, de performance du salarié et de son corps <sup>277</sup>
Discours prédominant de la science (en particulier des neurosciences, des nanotechnologies appliquées à la médecine, de la génétique)	Vision scientifique du corps *vision morcelée *vision transparente * notion d'« effraction » du corps *vision « informatique - code - vecteur »
Conséquences anthropologiques	Désacralisation du corps * sujet = objet *corps = objet Retrait de la dimension symbolique du corps *corps = ensemble de pièces interchangeables
Discours transhumaniste	Exacerbation des données actuelles *corps en « kit » *corps amélioré et augmenté *corps n'est plus inviolable et immuable *« cyborgisation » du corps Droit au « bricolage » du corps *au nom de l'autonomie et de la liberté *au nom du progrès et de l'évolution

<sup>277</sup> Laurie ESSIG, *American Plastic, Boob Jobs, Credit Cards, and Our Quest for Perfection*, Boston, Beacon Press, 2010. L'auteure fait un lien intéressant entre la course à la chirurgie esthétique, l'économie libérale et la crise aux Etats-Unis.

La première hypothèse serait la suivante : Freud démontre que l'enfant est un « pervers polymorphe »<sup>278</sup>. Il cherche son plaisir, pourrait-on dire en toute innocence, sans que des considérations morales ne l'entravent à ce jeune âge. Il cherche le plaisir tout d'abord sur un « terrain » qui lui est directement accessible, c'est-à-dire son propre corps. Son corps est un « terrain d'exploration » possible pour appréhender les sensations. Jouir de son corps suppose également un fonctionnement économique de l'énergie entre des tensions et la recherche de décharger ces tensions, une articulation entre déplaisir et plaisir. Il attire cependant l'attention sur le fait que cette double relation plaisir / déplaisir et tension / décharge de la tension ne va pas de soi et n'est pas si simple<sup>279</sup>. Il admet qu'il existe des tensions plaisantes, qu'à notre avis les deux expressions paradoxales françaises suivantes pourraient illustrer : « ça fait du bien là où ça fait mal » et « ça fait du bien quand ça s'arrête ». Si cette attitude en restait à se focaliser sur les seules sensations ressenties par son propre corps, si à l'âge adulte le corps de l'autre n'était pas pris en compte, l'hypothèse de la perversion pourrait être émise.

Dans le discours transhumaniste sur le corps et dans l'attitude vis-à-vis du corps, une telle hypothèse de la perversion est plausible. Le terrain d'exploration est le corps mais ce terrain semble majoritairement susciter des sensations négatives : le corps est naturellement limité, imparfait. Il ne correspond pas à l'idéal de perfection et de performance attendue. L'amélioration et l'augmentation du corps permettraient de remédier à ces sensations négatives, à cette tension provoquée par l'insatisfaction. Le problème est que ce processus semble sans fin : l'insatisfaction vis-à-vis du corps reviendra sous une autre forme, sous une autre carence à combler étant donné que le corps s'inscrit, malgré tout et même si un retardement est possible, dans un processus de vieillissement et de dégradation des aptitudes biologiques et physiques. La logique de la performance est dans le « toujours plus ». La question finalement à se poser est la suivante : le plaisir selon ce discours vient-il de l'attitude de toute-puissance (donc du refus de la castration) *via* la réparation et la modification du corps en lui-même ou bien vient-il de la jouissance éprouvée dans l'acte-même de transgression des limites ? Ou des deux à la fois ?

---

<sup>278</sup> Sigmund FREUD, *Trois essais sur la théorie sexuelle*, Paris, Gallimard, coll. Folio Essais, 1985.

<sup>279</sup> Sigmund FREUD, *Au-delà du principe de plaisir*, Paris, Payot & Rivages, coll. Petite Bibliothèque Payot, 2010.

La deuxième hypothèse est en lien avec le sujet fétichiste qui selon les écrits de Freud « dénie la castration et en même temps il la reconnaît »<sup>280</sup>. Cette hypothèse transposée au discours transhumaniste et à sa vision du corps, induit que le corps est une sorte de fétiche. Sa compréhension et son traitement sont parcellaires sans vision globale de son fonctionnement, sans compréhension holistique. Il faut noter que la vision parcellaire du corps est déjà présente de façon générale dans le discours de la science et le sociologue André Le Breton parle de fétichisation de l'imagerie médicale et de l'ADN<sup>281</sup>. Le discours transhumaniste l'amplifie et l'exacerbe. Le corps est vu morceau par morceau et l'amélioration ou l'augmentation va cibler certaines parties du corps, en particulier le cerveau (capacités cognitives), les cellules (lutte contre le vieillissement cellulaire), les membres (motricité). Le cerveau est fétichisé et devient le lieu de tous les fantasmes de toute-puissance. Dans le document de présentation de « Technoprog ! Association Française Transhumaniste », c'est bien la représentation d'un cerveau qui sert d'illustration<sup>282</sup>. Voici également un passage significatif dont les mots en gras sont dans le texte original :

« Les nanotechnologies, combinées à une connaissance sans cesse croissante du fonctionnement cérébral à toutes les échelles, pourraient permettre d'optimiser nos capacités **cognitives** : apprentissage, mémorisation, analyse, synthèse... Elles pourraient également élargir le champ de nos capacités de **perception**, tous sens confondus, pour nous permettre d'avoir accès, selon les besoins ou les désirs, à de nouvelles images, de nouveaux sons, de nouvelles odeurs, enfin de nouvelles et très diverses sensations, voire de nouvelles humeurs ou émotions. Cela ne manquerait pas de bouleverser nos capacités d'échanges et de communication. Les nanotechnologies enfin, peut-être combinées avec d'autres sciences comme les biotechnologies, la robotique et l'informatique, pourront déboucher sur une transformation et une augmentation des capacités **motrices, ou respiratoires et des formes du corps humain**. Que ce soit par des procédés génétiques ou mécaniques à l'échelle nanométrique, il n'est pas impossible d'envisager certains humains demain capables de courir le 100 mètres en 5 secondes, de rester sous l'eau

<sup>280</sup> Roland CHEMAMA, *La psychanalyse comme éthique*, suivi de *Du grain à moudre*, op.cit. , p. 114.

<sup>281</sup> David LE BRETON, *Anthropologie du corps et modernité*, op. cit., p. 267 et 313.

<sup>282</sup> H+ Technoprog ! Association Française Transhumaniste, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

une demi-heure sans bouteilles, de mieux résister à la chaleur, ou encore à l'apesanteur ... »<sup>283</sup>.

Le corps réduit au fétiche a un lien avec le déni de la castration donc et, éventuellement, avec une forme de perversion. Dans le cadre du discours transhumaniste, le déni de castration est inséparable du déni de la maladie et de la mort. Ce déni est de façon général présent dans la société occidentale et exacerbé par le discours transhumaniste. Plus la mort est déniée, et non plus simplement refoulée, et plus le retour du refoulé est efficient. Si bien que l'on pourrait dire de façon générale que la pulsion de mort est prédominante dans notre société.

La troisième hypothèse serait par conséquent la suivante : il convient tout d'abord de prendre acte que le discours transhumaniste, alors qu'il prône et croit défendre « plus de vie » en voulant allonger la durée de vie, repousser les effets du vieillissement, voire rêver à l'immortalité, s'inscrit dans une « pulsion de mort » et représente un des récents avatars à ce jour de la société « post-mortelle »<sup>284</sup>. De ce constat, la transgression des limites revendiquée sans détour et illustrée par le brouillage des limites du corps participerait à une forme de « perversion ambiante » de notre société.

##### 5. Toute puissance et toute jouissance : vers une forme de perversion ?

Le discours transhumaniste et sa vision du corps est un exemple extrême d'une interprétation des possibilités de la science actuelle pour élaborer une vision fantasmatique de l'avenir humain. Nous avons porté notre attention sur ce discours parce qu'il porte les caractéristiques du discours de la science dans la société contemporaine avec un effet grossissant voire caricatural. Il est possible de se contenter de dire que ce discours relève d'une simple utopie, d'une exagération des possibilités actuelles des nanotechnologies en médecine. Mais sous cette apparence d'utopie affleurent des symptômes bien réels de notre vision contemporaine du monde et de l'être humain. Le fait d'analyser les différents types de discours sur les nanotechnologies met en perspective les effets du discours scientifique dans la société occidentale : la tendance est au déni (*Verleugnung*) de la castration sur un plan

---

<sup>283</sup> Contribution de l'Association Française Transhumaniste au débat national sur les nanotechnologies, *op. cit.*, p. 3, consultable sur le site internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org)

<sup>284</sup> Céline LAFONTAINE, *La société post-mortelle*, *op. cit.*

imaginaire. Nous ne pensons pas qu'il faille aller jusqu'à parler de démenti de la castration (Verneinung) qui relèverait de la pure perversion. Nous constatons également que ce déni s'accompagne d'une forte propension à la transgression des limites. Il existe cependant une forte propension à glisser vers une « tendance perverse ». Jean-Pierre Lebrun parle ainsi de « perversion ordinaire »<sup>285</sup> pour décrire ce phénomène d'éviction des limites et non pas de perversion comme structure psychologique avec un renversement du rapport à la loi. C'est parce que nos contemporains veulent se débarrasser de la castration qu'ils accordent tant d'importance aux résultats de la science et qu'éventuellement ils prêtent l'oreille aux discours futuristes sur la science.

### 5.1 Le discours de la science

Il est cependant parfois difficile de distinguer le véritable discours de la science dont les résultats scientifiques *mettent en forme* et attestent des limites transgressées. Cette attestation peut être considérée comme positive car elle témoigne des avancées et des progrès dont la pensée humaine est capable. Elle témoigne du fait que l'être humain est en perpétuel devenir, qu'il se construit et invente ce qu'il est par le langage, puis qu'il construit, invente et adapte son environnement par la science et la technique. Il ne s'agit pas ici de défendre une vision naturaliste de l'être humain et d'adopter une attitude soupçonneuse vis-à-vis de l'idée de progrès. Il s'agit d'analyser les effets du discours scientifique dans la société, d'en prendre acte et de ne pas le confondre avec les discours plus ou moins utopiques qui, eux, *mettent en scène* le pouvoir de transgresser les limites.

Le psychanalyste Jean-Pierre Lebrun relève deux grandes caractéristiques des effets de la science dans la société contemporaine : le discours de la science se présente comme « l'environnement "naturel" du sujet » et entretient la croyance que « tout est possible » ou que « rien n'est impossible »<sup>286</sup>. Il propose une typologie du discours de la science qu'il appelle le « marquage social par la science »<sup>287</sup>. Nous relevons les différentes constatations de l'auteur dans le tableau ci-après :

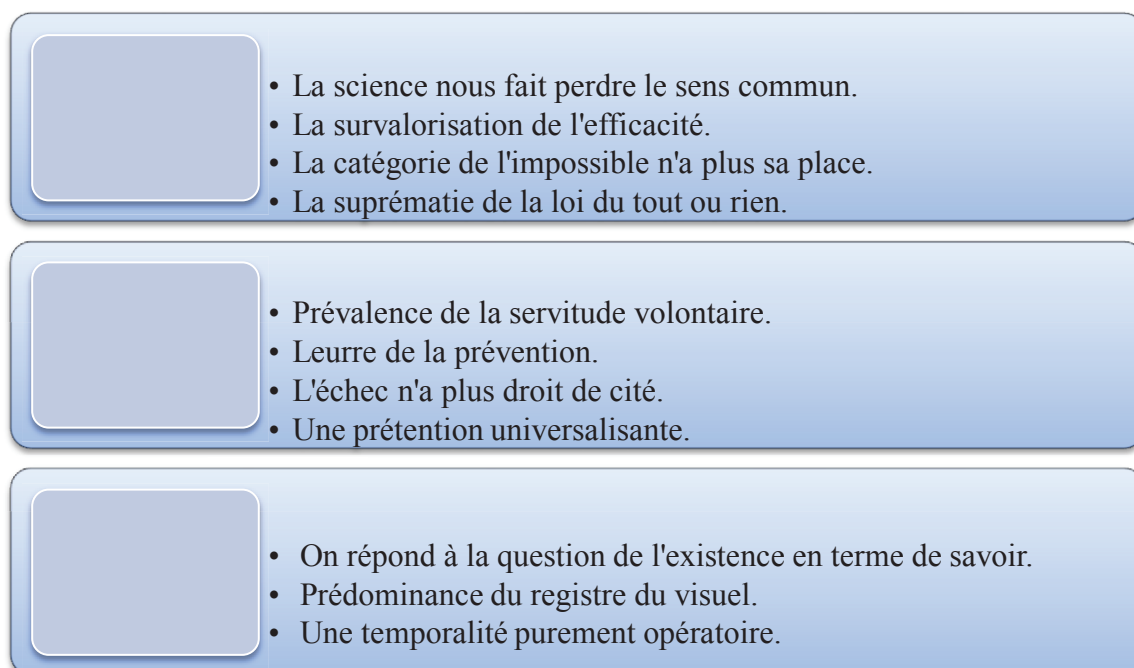
---

<sup>285</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *La perversion ordinaire*, op. cit.

<sup>286</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Un monde sans limite, Essai pour une clinique psychanalytique du social*, op.cit., p. 134 - 139.

<sup>287</sup> *Ibid*, p. 114 - 131.

**Figure 29 : Le « marquage social par la science »**



Le discours transhumaniste sur les nanotechnologies témoigne à un niveau extrême du marquage social de la science. En particulier, sont exploitées trois caractéristiques de la typologie précitée : la catégorie de l'impossible n'a plus sa place, une prétention universalisante, une temporalité purement opératoire.

La première caractéristique, à savoir l'éviction de la catégorie de l'impossible, vient d'être traitée d'un point de vue psychanalytique et nous en somme arrivés à la conclusion d'un déni (de réalité) de la castration (Verleugnung). La troisième caractéristique afférente à une temporalité purement opératoire a été traitée précédemment au point 4.4 avec le constat d'un rapport paradoxal au temps. La deuxième caractéristique, c'est-à-dire la prétention universalisante, affleure dans les différentes revendications du document de présentation sur internet : « garantir à chacun le droit de disposer de son corps comme il l'entend », « dans un souci de justice sociale, permettre à chacun d'accéder aux technologies améliorant notre condition ». Le discours s'appuie également sur des valeurs sociales et politiques partagées habituellement par les démocraties : « Nous réfléchissons aux hypothèses qui verraient le Transhumanisme faciliter la réalisation des idéaux républicains de Liberté, d'Egalité et de Solidarité ».<sup>288</sup> Curieusement, le point de départ est l'individu et son rapport au

<sup>288</sup> H+ Technoprogram ! Association Française Transhumaniste, sur le site internet [www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com).

corps pour en arriver grâce à l'accès aux nanotechnologies à une amélioration de « notre condition ». D'une revendication de liberté individuelle, on aboutit à une condition universelle. L'individuel se noie dans l'universel. Il n'est pas pris acte du caractère unique de chaque sujet avec ses potentialités « naturelles » (par opposition à artificielles) propres, toujours en devenir et selon son rythme personnel. L'augmentation des capacités humaines pourrait aboutir paradoxalement à une normalisation, voire à une standardisation du sujet, alors que l'impulsion de départ s'étayait sur la transgression des limites et la revendication de la liberté individuelle. Finalement, l'émergence du sujet dans toute sa richesse serait « sabotée » au profit d'un idéal d'augmentation des capacités humaines assez homogènes puisque les techniques d'augmentation seraient les mêmes pour tous. A condition bien évidemment que ces techniques d'amélioration soient accessibles à tous. Il y a fort à parier que l'idéal d'universalisation ne soit entamé par un nouveau clivage entre ceux suffisamment riches pour accéder aux augmentations techniques et ceux trop pauvres pour en bénéficier. Ce premier idéal d'universalisation de l'augmentation des capacités humaines est souvent associé à l'idée de toute jouissance qui permettrait d'atteindre le bonheur. Le bonheur semble compris essentiellement comme absence de souffrance.

## 5.2 L'idéal de la toute jouissance

A lire au premier degré l'affirmation suivante du discours transhumaniste, cela paraît être une évidence : « L'humain cherche à accroître son espérance de vie en bonne santé, à développer ses facultés cognitives et sensorimotrices, mais aussi à se rendre plus apte à jouir de sa liberté et du bonheur au sein d'une vie sociale plus harmonieuse ». Ce qui peut être problématique ce sont les moyens auxquels les adeptes du transhumanisme veulent recourir pour accéder à ce bonheur.

Freud avait déjà fait une telle constatation sur la condition humaine au début de son ouvrage intitulé dans la traduction française *Malaise dans la civilisation*, que l'on traduit plus volontiers actuellement par *Malaise dans la culture*. Partant du constat que le principe de plaisir détermine le but de la vie, il relève trois possibilités pour éliminer la souffrance : « éliminer la souffrance en droguant le corps » (ex : intoxication), « se rendre maître de ses instincts voire les tuer » (ex : yoga), « la sublimation des instincts » (ex : création artistique) c'est-à-dire un déplacement de la libido. Il note également trois

sources de souffrance : premièrement, « la puissance écrasante de la nature » ; deuxièmement, « la caducité de notre propre corps » ; troisièmement, « l'insuffisance des mesures destinées à régler les rapports des hommes entre eux, que ce soit au sein de la famille, de l'Etat ou de la société ». Il constate que le moyen psychique que l'être humain utilise dans la majorité des cas pour supporter ce degré d'exigence du renoncement imposé par la société est de devenir « normalement névrosé ». La névrose est comprise comme une tentative de fuite : elle ne dénie pas la réalité ou un fragment de la réalité, elle veut simplement ne rien savoir d'elle<sup>289</sup>. Il attire déjà l'attention sur l'illusion selon laquelle il suffirait de diminuer voire d'abolir ces exigences culturelles liées au renoncement pour revenir à un état de bonheur. Il y a donc un conflit permanent entre la liberté individuelle (et sa revendication) et la civilisation (le vivre ensemble avec autrui)<sup>290</sup>.

Nous retrouvons dans le discours transhumaniste plusieurs propositions qui visent à éradiquer les sources de la souffrance. Ce discours combat et dénie deux sources de la souffrance que Freud a appelé « la puissance écrasante de la nature » et « la caducité de notre propre corps ». Les moyens proposés semblent se situer dans la première possibilité évoquée par Freud : « éliminer la souffrance en droguant le corps » et nous pourrions ajouter éliminer la souffrance en augmentant le corps. En effet, parmi les solutions des transhumanistes concernant le corps, l'argument de la guérison pure et simple va plus loin et débouche sur la transformation du corps et sur l'augmentation de ses capacités. La limite entre guérison et augmentation est aisément franchie car il est fait appel à la nanotechnologie dans les deux cas, aussi bien pour les médicaments « classiques » que pour les prothèses, les interfaces faisant appel à l'ingénierie tissulaire. Le passage entre guérison et augmentation devient aisé et témoigne de la porosité des limites délicates de l'agir médical entre soigner et augmenter que nous avons déjà évoquée au chapitre II 3.4 de la deuxième partie de ce travail. Tout « l'art » du discours transhumaniste est de se situer sur cette frontière assez floue.

Une autre solution envisagée par les transhumanistes fait peut-être moins appel aux nanotechnologies mais davantage à la pharmacologie et rejoint ce que Freud désigne par « éliminer la souffrance en droguant le corps ». Il s'agit de moduler la sensibilité et les

---

<sup>289</sup> Sigmund FREUD, « Névrose et psychose » et « La perte de la réalité dans la névrose et la psychose » in *Névrose, psychose et perversion* (1924), Paris, P.U.F., 1981.

<sup>290</sup> Sigmund FREUD, *Malaise dans la civilisation* (1929), Paris, P.U.F., 1978, p. 20-45.



cinq sens afin d'améliorer les capacités émotionnelles et les états d'âme. Le but est d'atteindre la « félicité perpétuelle ». L'idée de la quête du bonheur refait ici surface. L'hypothèse est envisagée de modifier les différents neurotransmetteurs liés aux états émotifs par des molécules médicamenteuses hors toute pathologie. Ainsi il serait possible de modifier et de doser la quantité de dopamine ou de sérotonine afin d'accéder à un état de bien être. L'état de bonheur serait uniquement une question de réaction chimique et de dosage de molécules. Enfin, dans la même logique, l'hypothèse de l'optimisation des performances intellectuelles (mémoire et concentration) est récurrente.

Nous voyons poindre une compréhension du corps et du psychisme humain uniquement basée sur des réactions physiologiques et biochimiques, une vision du corps purement mécanique et technique. Le but est d'accéder à un état de plénitude dans lequel tout manque serait comblé, à un état de toute jouissance du corps par sa maîtrise totale qui irait au-delà du simple plaisir. La satisfaction de voir son corps fonctionner efficacement et d'atteindre par l'augmentation de nouvelles performances pourrait en rester au simple plaisir si le corps n'était pas totalement objectivé et devenu un terrain d'expérimentation. L'augmentation semble sans limite dans le discours transhumaniste. Et de fait, l'augmentation est possible grâce aux techniques qui elles-mêmes ignorent les limites. Dans quelle mesure l'être humain ne deviendrait-il pas esclave de cette logique du « toujours plus »? Le passage du plaisir – car le fonctionnement d'un corps en bonne santé est source de plaisir et de satisfaction pour l'individu - à la toute jouissance aux conséquences délétères – c'est-à-dire adopter une attitude tyrannique vis-à-vis du corps en n'étant jamais satisfait de ses possibilités et en voulant les améliorer sans cesse - est ici avéré. Parce que les avancées de la science et de la médecine permettent de satisfaire actuellement un nombre d'attentes des patients toujours plus grand, parce que la frontière entre soigner et améliorer est floue, on passe d'un sujet du désir à un sujet de la demande ou à un sujet du besoin pour reprendre les expressions de Charles Melman<sup>291</sup>. Pour le dire autrement, alors que le sujet pense être libre de ses choix et indépendant vis-à-vis des décisions de transformation qu'il fera subir à son corps, il devient un sujet dépendant de plus en plus de la science et de nouvelles normes sociales qui « formatent » le corps en un idéal du corps toujours plus jeune, endurant, performant. Le discours transhumaniste sur les nanotechnologies est un

---

<sup>291</sup> Charles MELMAN, *L'homme sans gravité*, Paris, Denoël, coll. Folio essais, 2002, p. 168.

indicateur, certes caricatural, de cette tendance de la société occidentale et de l'inconscient social, en référence à l'expression de Jacques Lacan « l'inconscient, c'est le social ». Ainsi, si la société tend vers cet idéal d'un corps toujours plus performant et sans défaut, le sujet tend également vers cet idéal parce qu'il vit dans cette société et participe plus ou moins - avec son consentement ou contre son gré – aux idéaux du milieu social.

Enfin, l'éviction de l'inconscient et de son fonctionnement est assumée par ce discours : y-a-t'il encore une place dans cette vision du psychisme humain pour la non-maîtrise, l'erreur, le lapsus, l'acte manqué ? L'être humain est réduit à devenir un être contrôlable tel une machine. Cet état de fait s'appuie sur la tendance actuelle de la technoscience, d'une part, à réduire la vie et, en particulier le corps humain, aux lois physiques et chimiques du processus cellulaire ; d'autre part, à « dire » le corps, à rendre compte des sentiments, à décrire des attitudes en utilisant un vocabulaire scientifique et technique. Cette tendance évacue ainsi ce qui reste de singularité à chaque individu. Or, cette singularité reste indomptable parce qu'elle se loge pour une grande part justement dans l'inconscient du sujet.

Le discours transhumaniste est un exemple caricatural de la relation actuelle au progrès et à la technique. Il prend acte de toutes les avancées scientifiques et en particulier des progrès de la médecine nanotechnologique, puis élabore des hypothèses prospectives. Il utilise les nanotechnologies et les instrumentalise pour asseoir et justifier cette tentation contemporaine de transgression des limites. Nous sommes d'avis, bien qu'il ait un caractère utopique, de prendre ce discours au sérieux car il témoigne d'une tendance de fond de la société contemporaine : le passage d'une névrose « ordinaire » à une tendance à la toute jouissance et à la perversion. Charles Melman affirme ainsi que : « Nous passons d'une culture fondée sur le refoulement des désirs, et donc de la névrose, à une autre qui recommande leur libre expression et promeut la perversion »<sup>292</sup>. La situation des nanotechnologies vis-à-vis du discours transhumaniste est paradoxale : elles sont certes instrumentalisées par le discours transhumaniste mais, en même temps, elles recèlent en elles les caractéristiques de la transgression des limites. Ainsi elles alimentent aisément les hypothèses prospectives, voire utopiques, du discours transhumaniste.

---

<sup>292</sup> Charles MELMAN, *L'homme sans gravité*, op. cit., p. 17.

### 5.3 Nanotechnologies et transgression des limites

Les nanotechnologies portent en elles la transgression des limites à différents niveaux en interaction : scientifique, sociologique, économique, avec des conséquences psychanalytiques. Il s'agit ici d'un constat « neutre » sans préjuger si les conséquences sont bonnes ou mauvaises, ce qui relève de l'éthique et nous avons pu constater à ce sujet la difficulté d'élaborer une nano-éthique (2<sup>e</sup> partie de ce travail).

Au niveau scientifique : par la mise au point de nouveaux instruments d'observation (microscope à effet tunnel), le constat a été fait que le passage à l'échelle nanométrique permettait d'appréhender les effets inédits de la physique quantique et du principe d'incertitude d'Heisenberg. Le débat reste ouvert de savoir s'il s'agit ou non d'une révolution scientifique - selon la théorie de Thomas Kuhn - par rapport à la physique « classique » ou d'une simple révolution technologique. Il s'agit d'une avancée intrinsèque à la physique donc d'un déplacement des limites de notre compréhension du comportement de la matière. Toute avancée scientifique porte en elle une certaine transgression - généralement positive dans son principe mais parfois problématique dans son usage - des limites.

L'application des nanotechnologies en biotechnologie et en médecine peut alimenter l'idée de brouillage des limites du corps humain avec la mise au point d'interfaces vivant / artificiel (ingénierie tissulaire), de prothèses. Le concept d'anthropotechnie, selon Jérôme Goffette<sup>293</sup>, attire notre attention sur le fait qu'il est de plus en plus difficile de cerner les limites entre soigner / guérir le corps humain et améliorer / augmenter les capacités du corps humain, entre possibilités innées et « naturelles » et transformations « artificielles ». La limite entre « naturel » et « artificiel » devient de plus en plus floue et complexe.

A la convergence entre niveau scientifique et niveau socio-économique : le discours scientifique actuel est problématique car il a tendance à se présenter comme un discours « sans faille » pour reprendre l'expression de Jean-Pierre Lebrun<sup>294</sup>. Il est compris et transmis comme tel par les médias. Les moyens de diffusion des connaissances et du progrès scientifique prônent ainsi l'idée d'un monde sans limite. L'idée du « sans limite » est reprise par les médias et les supports de vulgarisation scientifique avec des

---

<sup>293</sup> Jérôme GOFFETTE, *Naissance de l'anthropotechnie. De la médecine au modelage humain*, op. cit., p.169-171.

<sup>294</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Un monde sans limite. Essai pour une clinique psychanalytique du social*, op. cit., p. 211-215.

effets d'annonce teintés de sensationnel. Cette reprise induit un malentendu entre scientifiques et grand public : un clivage émerge entre « pro-nano » et « anti-nano », entre un phénomène de fascination et un réflexe de peur. Ce clivage a pu être constaté lors du débat public français sur les nanotechnologies. Il conduit souvent à une impossibilité de dialogue ou, du moins, à une impasse dans les échanges.

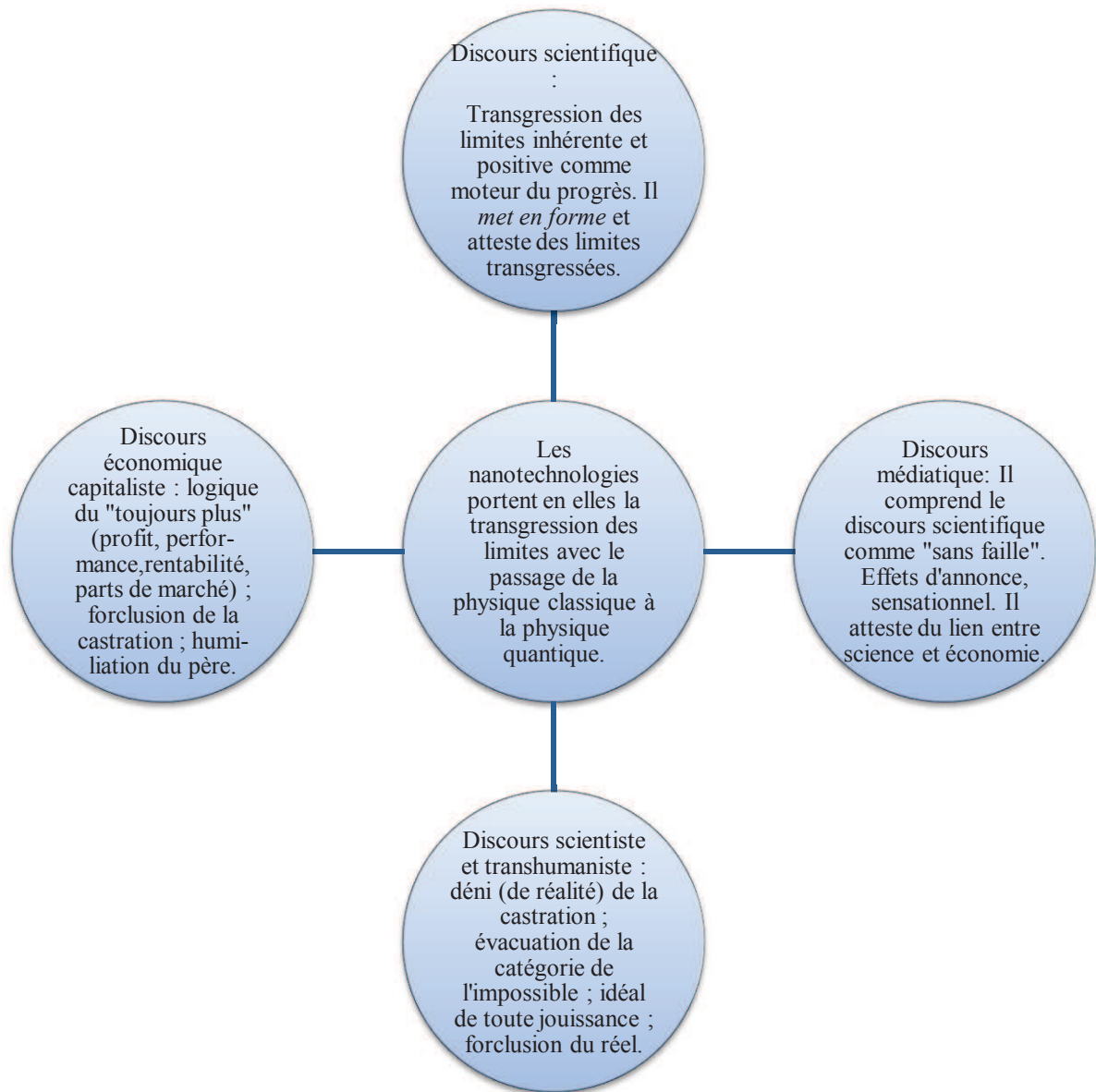
Au niveau économique, les notions de concurrence, de profit, de rentabilité et de performance ne sont jamais loin non plus : les avancées scientifiques sont en interaction avec la logique économique, les programmes de recherche sont tributaires de financements publics ou privés. Le constat a été fait lors de la tentative de donner une définition des nanotechnologies que l'étiquette « nano » a été un moyen d'attirer des enveloppes budgétaires aux équipes de recherche. Les retombées économiques sont mises en avant comme l'illustre le document du LEEM (les entreprises du médicament). Le système économique capitaliste, dans lequel nous vivons, porte en lui également l'idée de transgression des limites dans la logique du « toujours plus » : toujours plus de productivité, de bénéfice, d'innovation pour gagner des parts de marché. Pour avoir un état des lieux à peu près complet dont le discours sur les nanotechnologies est un exemple paradigmatique, il faudrait à notre avis articuler l'idée actuellement prégnante de transgression des limites avec le déni (de réalité) de la castration (cf 3<sup>e</sup> partie, chapitre I, 4.3) et la thèse développée par Marie-Jean Sauret – reprenant les affirmations de Jacques Lacan sur le discours capitaliste et ses liens avec le discours du maître<sup>295</sup> - qui consiste à affirmer que le capitalisme dans lequel nous vivons revient à la forclusion de la castration et que « notre contemporain est issu de l'humiliation du père »<sup>296</sup>. Cette articulation mériterait un traitement conséquent qui sortirait du cadre de cette thèse. Nous tenterons de proposer un simple schéma des interactions en présence, sans entrer plus loin dans l'analyse : le discours sur les nanotechnologies, dont le discours transhumaniste en propose un aspect caricatural, se trouve ainsi imbriqué dans plusieurs discours problématiques.

---

<sup>295</sup> Jacques LACAN, *Le Séminaire Livre XVII : L'envers de la psychanalyse (1969-1970)*, texte établi par J.A. Miller, Paris, Seuil, 1991.

<sup>296</sup> Marie-Jean SAURET, *Malaise dans le capitalisme*, Toulouse, Presse Universitaire du Mirail (PUM), coll. Psychanalyse &, 2009.

**Figure 30 : Imbrication des discours**



Le discours transhumaniste serait ainsi un témoin de l'état actuel de la relation entre la société et les avancées de la science avec un effet de loupe plus ou moins caricatural : l'imaginaire tend à être exacerbé à la limite parfois de la science fiction (la littérature de science fiction s'est d'ailleurs emparée de ce sujet de l'infiniment petit comme elle l'avait fait à l'époque de la conquête spatiale avec l'infiniment grand). Ce discours « surfe » sur le discours de la science pour proposer une autre vision de l'être humain et de son corps. Il propose une transgression des limites « tout azimut » accompagnée

d'une banalisation au nom de la liberté de chacun de disposer de son corps et tente de présenter une nouvelle vision anthropologique qui irait de soi. Il part du discours de la science, dont - rappelons-le - la véritable méthode admet des limites, des doutes, des remises en question, un consensus au moins provisoire entre scientifiques sur une nouvelle avancée scientifique, pour le pervertir et le dénaturer et ainsi aboutir à un discours qui relève du scientisme. Le scientisme porte en lui l'idée selon laquelle les limites n'existent pas ou peu, et pour lequel le principe de réalité n'est pas forcément efficient. Selon Marie-Jean Sauret, le scientisme « repose sur une sorte de forclusion du réel susceptible d'en dénoncer l'affirmation quatre fois mensongère : tu peux "tout expliquer, tout comprendre, tout fabriquer, tout avoir" »<sup>297</sup>. Les nanotechnologies sont en cela un exemple idéal pour nourrir les possibilités de transgresser les limites et alimenter un discours à connotation scientiste.

D'autre part, il nous semble que le discours sur les nanotechnologies témoigne d'un phénomène sociétal plus large qui consiste depuis quelques décennies à la mise en procès d'un certain type de réflexion et à son remplacement par un autre type de réflexion et de système de valeurs. C'est-à-dire que l'on assiste à la mise à l'index de l'idéologie « marxiste » au niveau économique, de la psychanalyse au niveau socio-psychologique, de la théologie au niveau anthropologique. Ainsi le discours économique capitaliste et ultralibéral remplace le discours marxiste, le discours biologique comportementaliste remplace le discours psychanalytique, le discours scientifique (parfois même scientiste) remplace le discours théologique.

A ce point de basculement sociétal, comment peut s'articuler les différentes facettes du discours sur les nanotechnologies et une reprise théologique ? Qu'est-ce qui est remis en cause d'un point de vue de psycho-anthropologie religieuse et d'un point de vue théologique ?

---

<sup>297</sup> Marie-Jean SAURET, *Malaise dans le capitalisme*, Toulouse, *Ibid*, p. 291-292.

**QUATRIEME PARTIE**

**COMPLEMENTARITE DES DISCOURS ENTRE SCIENCE ET  
THEOLOGIE**

## Chapitre I : Science et théologie. Quel dialogue possible ?

### 1. « Unifier, scinder, connecter » ?

La confrontation du discours théologique et du discours scientifique opère en particulier depuis le XVI<sup>e</sup> siècle. L'Histoire s'est en quelque sorte cristallisée sur « l'affaire Galilée » : Galilée défend la thèse héliocentrique de Copernic et est condamné en 1633 par l'Inquisition. Mais la confrontation commence dès la parution en 1530 du livre de Copernic *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Des révolutions des sphères célestes) qui rompt avec le géocentrisme et défend la thèse de l'héliocentrisme. Copernic met au point un système qui permet de mesurer la distance de chaque planète par rapport au soleil. Puis Johannes Kepler calculera la trajectoire des astres et établira les lois du mouvement dans le système solaire. Newton s'appuiera sur ces lois pour élaborer sa théorie de la gravité. Ironie de l'Histoire : Copernic est chanoine et docteur en droit canon et ces travaux mettent en quelque sorte le feu aux poudres par rapport au discours théologique de l'époque. Galilée, quant à lui, ne sera réhabilité par le pape Jean-Paul II qu'en 1992. C'est dire les conséquences importantes de cette affaire pendant près de quatre siècles sur le développement ultérieur de la science, sur la philosophie occidentale (Descartes, Bacon, Boyle) et sur la théologie chrétienne. Elle illustre l'idée communément admise d'une incompatibilité irréductible et d'une confrontation entre le discours scientifique et le discours théologique. Nous souhaitons nous écarter de ce clivage et tenter de voir s'il est possible de déceler une interaction fructueuse contemporaine entre les deux discours, en partant de la problématique des nanotechnologies.

Selon la formule du théologien André Gounelle, la problématique est la suivante : « comment mettre en relation ce que l'on sait avec ce que l'on croit ? »<sup>298</sup>. Nous résumons dans le tableau ci-après les trois relations entre science et théologie relevées par l'auteur :

---

<sup>298</sup> André GOUNELLE, « Science et christianisme », *Théolib* 51, *Revue trimestrielle du libéralisme théologique*, Nouvelle série : Année XIII numéro 51, 3<sup>e</sup> trimestre 2010 - septembre 2010, p. 8.



**Figure 31 : “Unifier, scinder, connecter”**

UNIFIER	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Subordonner la science à la religion</li> <li>2) Subordonner la religion à la science</li> <li>3) Le « concordisme »</li> </ol>
SCINDER	La science et la religion n’ont aucun terrain commun : le savoir et la foi sont deux entités irréductibles.
CONNECTER	Suite à l’échec de l’unification ou de la scission, peut-on dégager une interaction entre science et religion ?

Autrement dit, comment articuler le discours scientifique qui se fonde sur le savoir et le discours théologique qui se fonde sur la foi (unifier) ? Sont-ils irrémédiablement antagonistes et voués à s’affronter (« l’affaire Copernic » et « l’affaire Galilée »), ou bien appartiennent-ils à deux systèmes de pensée tellement distincts qu’aucune relation n’est possible (scinder) ? Enfin une troisième solution serait d’envisager un dialogue constructif, voire même une tension fructueuse par delà les clivages intellectuels et les convictions du monde scientifique et du monde théologique (connecter). L’expression de « tension fructueuse » permet d’appréhender la situation actuelle à laquelle nous sommes confrontés et nous partirons uniquement d’une analyse de la théologie protestante luthéro-réformée : premièrement, la théologie et la science relèvent d’une herméneutique et leur statut respectif a évolué ; deuxièmement, nous n’en avons pas fini avec la tentative de subordination entre la science et la religion ; troisièmement, la relation de subordination s’avère être triangulaire.

## 2. Evolution du statut de la théologie et du statut de la science

Nous pouvons constater, de façon extrêmement condensée, deux données qui ont largement influencé la théologie protestante luthéro-réformée et induit une évolution de son statut entre le 19<sup>e</sup> et le 21<sup>e</sup> siècle. D'une part, la relation aux textes bibliques a beaucoup évoluée depuis le 19<sup>e</sup> siècle avec l'émergence de la méthode historico-critique : le texte est considéré dans cette optique comme un objet d'études. L'approche adopte la méthodologie scientifique. Le texte perd son aspect *stricto sensu* « dogmatique » (au sens de dogme à accepter) pour s'ouvrir sur une compréhension du texte qui relève davantage d'une démarche herméneutique en étudiant les conditions d'émergence du texte biblique, en particulier son contexte historique et sociologique. On considère généralement d'un point de vue philosophique que le point de départ de cette position de décentration ou de distanciation par rapport au texte biblique coïncide avec la réflexion de Spinoza dans son *Traité théologico-politique* (1670)<sup>299</sup>. Ce dernier inaugure pour le coup le début d'une « désacralisation » du texte biblique. Puis un dialogue s'est instauré au 20<sup>e</sup> siècle entre la théologie et d'autres disciplines des sciences humaines (sociologie, psychanalyse par exemple).

D'autre part, cette évolution du rapport au texte, et par voie de conséquence à la théologie, a connu une évolution contrastée depuis la réaction tranchée vis-à-vis de la théologie libérale du 19<sup>e</sup> siècle et de l'héritage de Schleiermacher (1768 - 1864) de la part de Karl Barth (1886 - 1968) : « la théologie ne doit pas placer l'être humain au centre, mais Dieu lui-même ; la théologie doit être théocentrique et non anthropologique »<sup>300</sup> jusqu'à la position de Rudolf Bultmann (1884 - 1976).

Pour ce dernier, le texte biblique est également à comprendre comme une herméneutique : c'est la relation que chacun établit avec le texte qui peut nous donner (ou pas) des clefs de compréhension de notre propre existence. Nous résumons ici les grandes lignes de sa pensée en partant de l'ouvrage *Foi et compréhension. L'historicité de l'homme et de la révélation*<sup>301</sup>.

---

<sup>299</sup> Baruch SPINOZA, Œuvre 2 : *Traité théologico-politique*, Paris, Flammarion, traduction de Charles Appuhn, 1965.

<sup>300</sup> Jean-Daniel CAUSSE, « Les barthismes après Barth. Continuité et rupture », in Dominique AVRON, Michel FOURCADE, dir., *Un nouvel âge de la théologie 1965-1980 ?*, Colloque de Montpellier juin 2007, Paris, Karthala, 2009, p. 99-107.

<sup>301</sup> Rudolf BULTMANN, *Foi et compréhension. L'historicité de l'homme et de la révélation*, Paris, Seuil, traduction d'André Malet, 1969.

Bultmann part du principe que Dieu n'est pas objectivable. Il se situe en dehors de nos catégories mentales. L'homme se heurte alors à une double impasse : d'une part, ce qu'est Dieu en lui-même lui échappe, donc il ne peut pas parler de Dieu immanent et transcendant ; d'autre part, il ne peut dire que ce que Dieu est pour lui, donc il ne peut parler que sur Dieu et, dans ce cas-là, Dieu devient objet et perd son caractère immanent et transcendantal. La tentative de la science à vouloir définir ce qu'est Dieu ou pas, si Dieu existe ou pas, fait qu'elle se trompe d'objet. L'homme ne peut pas trouver sa sécurité dans le savoir et la foi ne peut pas se confondre avec un savoir sur Dieu ou avec une somme de croyances à laquelle il faut adhérer ou non. Bultmann en arrive à la conclusion suivante : l'homme ne peut pas parler de Dieu sans parler de lui-même. On ne peut faire l'économie de l'articulation entre la théologie et l'anthropologie. Mais on se heurte à de nouveaux dilemmes : d'une part, « toute manière de parler qui nous fait quitter notre propre existence concrète n'est pas une manière de parler de Dieu » et « toute manière de parler de nous ne peut jamais être une manière de parler de Dieu » et, d'autre part, ni les expériences tirées de notre propre vie extérieure ou intérieure ne peuvent nous aider à parler de Dieu. Pour sortir de cette impasse, il faut à la fois accepter que « Dieu est le tout-Autre » et que « Dieu est la réalité qui détermine notre existence ». L'homme doit donc passer d'une relation sujet/objet (l'homme parle de Dieu en l'objectivant) ou objet/objet (l'homme se fuit lui-même et pense ainsi trouver Dieu) à une relation intersubjective (sujet/sujet). C'est-à-dire que le discours sur Dieu ne peut être détaché de la relation qu'a l'homme avec Dieu, cette relation est la foi qui est elle-même rencontre avec quelqu'un qui *bouscule* l'homme. Bultmann va plus loin et constate que l'homme ne peut parler ni de Dieu ni de sa propre existence. Car, soit l'homme cherche à tout prix – en se basant sur les progrès de l'humanité, sur les connaissances scientifiques – à se forger sa représentation du monde (*Weltanschauung* athéiste) dans laquelle il est un élément parmi d'autres ou un élément prépondérant mais dépendant de son environnement, et alors « objet » ou « sujet vu du dehors ». Soit l'homme considère que Dieu est créateur de toutes choses et rend aussi le monde compréhensible (*Weltanschauung* théiste) et on a encore affaire à Dieu « vu du dehors ». Il en conclut que l'existence relève de la responsabilité de l'homme et de son incertitude totale. Il définit la foi ainsi : c'est accepter le risque de croire sans aucune

garantie, c'est accepter de ne pas vivre grâce à sa propre parole mais grâce à la parole d'un Autre.

Nous pouvons mesurer la distance qui sépare cette affirmation de la foi impliquant l'incertitude totale et une dynamique existentielle entre l'homme et Dieu d'où surgit la confiance et, la logique scientifique de notre monde contemporain impliquant une volonté de tout expliquer par la science et de réduire par l'acquisition de connaissances l'incertitude de l'homme face à son environnement et face à sa propre existence. Cependant nous devons noter que la science elle-même a également subi une évolution et, comme nous l'avons déjà suggéré, elle requiert une compréhension d'ordre épistémologique (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2.6).

Le savoir scientifique n'est pas un savoir fixe : nous en revenons à la notion de révolution scientifique de Thomas Kuhn (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2.6). Le savoir scientifique et, en particulier la physique, ne sont pas exempts d'incertitude : nous avons vu qu'une des caractéristiques majeures des nanotechnologies est de se baser sur les lois de la physique quantique qui incluent justement le principe d'incertitude d'Heisenberg (1<sup>ère</sup> partie, chapitre I, 4). La science est une herméneutique dans le sens où l'homme tente par ses découvertes de comprendre le monde, de se comprendre lui-même, d'appréhender le fonctionnement de son corps. Cette herméneutique est un cheminement positif qui doit rester progressif et se construire pas à pas avec justement toute la rigueur scientifique. Même si la science avance aussi grâce à l'imagination des chercheurs au moyen de la formulation d'hypothèses qui s'avèrent avec le temps justes ou erronées, la limite entre imagination constructive et sentiment de toute-puissance est toujours difficile à cerner. En particulier, nous avons pu analyser ce sentiment de toute puissance avec le discours sur les nanotechnologies, tant à travers le discours promotionnel basé sur la promesse – promesse scientifique et promesse économique - (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2.6.1) qu'à travers le double discours basé sur la transgression des limites avec l'exemple du discours transhumaniste (3<sup>e</sup> partie, chapitre III, 5.1).

La science et la théologie sont deux façons différentes de comprendre notre existence humaine et d'y donner un sens : un sens concret par la science, un sens symbolique par la théologie. Il faudrait envisager la relation entre science et théologie comme une tension « interactive » et « fructueuse » et éviter la logique délétère d'une opposition systématique souvent stérile d'où la théologie sortirait éventuellement vaincue. Cette

hypothèse ne signifie nullement de renoncer aux valeurs anthropologiques sur lesquelles s'est construite la théologie luthéro-réformée. Cela signifie que la théologie peut maintenir une distance critique et une analyse active par rapport au discours scientifique et par rapport au discours économique qui sont liés à l'émergence des nanotechnologies. Une position trop tranchée vis-à-vis du progrès et de la technique ne permet pas à notre avis d'établir une articulation entre discours scientifique et discours théologique.

Ainsi nous tenterons d'apporter des nuances à la position généralement soutenue par Jacques Ellul à l'égard de la technique<sup>302</sup>. Sa position reste valable dans sa définition du progrès et dans son analyse de l'assujettissement du progrès à la technique mais il nous semble qu'une actualisation est nécessaire par rapport à la problématique des nanotechnologies. Sa définition du progrès comme un leurre relève du constat et laisse planer un parfum de fatalité : « Pour Ellul, le progrès est un leurre. Mais ce leurre a une fonction bien précise et bien réelle, et c'est sans doute là aussi la plus exacte définition du progrès. Le progrès est un leurre qui légitime non seulement la domination de la technique sur l'homme, mais également l'asservissement de l'homme à la technique sacralisée »<sup>303</sup>.

Nous nous écartons également d'une position où la théologie se contenterait « d'accompagner » le progrès scientifique de façon pragmatique pour ne pas devenir « *has been* » selon l'expression de Vincens Hubac<sup>304</sup>. Si, comme le rappelle Denis Müller, les protestants luthéro-réformés sont : « pour la raison, la connaissance, la réflexion, la science, la technique, mais à condition précisément de ne pas en devenir les esclaves »<sup>305</sup>, alors le discours théologique – tout comme nous avons tenté d'analyser ce qui se joue d'un point psychanalytique dans la 3<sup>e</sup> partie de ce travail - doit permettre d'analyser ce qui se joue actuellement dans cette vision scientifique et technologique de l'existence humaine et doit permettre une mise à distance du discours scientifique omniprésent. Mais avant cela, il convient de noter deux autres liens de subordination

---

<sup>302</sup> Jacques ELLUL, *Théologie et Technique. Pour une éthique de la non-puissance*, Genève, Labor et Fides, 2014.

<sup>303</sup> Christian BASSAC, « Critique du progrès selon Jacques Ellul », in Colloque : *Le progrès ; de la promesse au mirage*, organisé par la Fédération Protestante de France à l'initiative de la Commission Eglise et Société, Paris, 29 novembre 2011, p. 17. Consultable sur le site : [http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque\\_progres.pdf](http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque_progres.pdf).

<sup>304</sup> Citation d'un propos de Vincens Hubac, dans le journal Réforme N° 3546 du 30 janvier 2014, article « Ambition prométhéenne » de Marie Lefebvre-Billiez, p. 10.

<sup>305</sup> Citation d'un propos de Denis Müller, dans le journal Réforme N° 3546 du 30 janvier 2014, article « Ambition prométhéenne » de Marie Lefebvre-Billiez, p. 10.

pour avoir un panorama à peu près complet de la situation contemporaine actuelle liée à l'émergence des nanotechnologies.

### 3. Relation de subordination patente entre science et théologie

Schématiquement, depuis l'époque dite « moderne » la science s'est développée avec l'idée selon laquelle elle était facteur de progrès et d'amélioration des conditions de vie des êtres humains. Cette idée est valable et le reste même si l'utilisation de la science et de la technique à des fins militaires et de destruction massive lors des deux guerres mondiales a ouvert au 20<sup>e</sup> siècle une large brèche dans notre compréhension et notre acceptation du progrès scientifique. Une ère de suspicion a émergé et a critiqué le « scientisme » du 19<sup>e</sup> siècle. Cependant notre monde contemporain n'est pas exempt d'une compréhension de la science que l'on peut qualifier de dérive « scientiste contemporaine » : la science est toujours comprise comme le moteur du progrès et de la création de richesses, comme une tentative de donner une explication à tout, comme la seule grille de lecture possible et « vraie » du monde.

La vieille lutte entre théologie et science n'a pas disparu. Elle revêt d'autres formes : le processus de sécularisation de la société occidentale qui induit le recul de la théologie tend à en déduire que la science a pris la place de la théologie et plus généralement de la religion. La science serait en mesure de répondre aux rêves les plus ancrés dans l'humain : réduire les effets du vieillissement, repousser la souffrance et la mort, surmonter la finitude. A cet égard, nous avons pu constater jusqu'à quel point le discours transhumaniste sur les nanotechnologies portait ses rêves de transgression des limites et de toute puissance (3<sup>e</sup> partie, chapitre II et III).

Le discours scientifique a tendance à vouloir donner une explication à tout fonctionnement humain, à tout événement naturel. La conséquence positive est que le désir d'explication et de compréhension incite à chercher, à évoluer dans la compréhension du monde qui nous entoure. En cela, la science est un des moteurs dans la progression du savoir humain. La conséquence négative est qu'il y a saturation du sens dès qu'une explication est trouvée pour comprendre un phénomène. En particulier, le sens symbolique est évincé. C'est peut-être à ce moment précis que la théologie peut intervenir. Elle peut apporter des réponses au monde actuel en « réinjectant » du sens

symbolique. A une vision « fermée » de la science qui se base sur une idée du « fini » à transgresser sans cesse, la théologie peut apporter une vision « ouverte » de l'existence avec l'idée chrétienne d'eschatologie, avec l'idée d'une certaine « fluidité de l'histoire », avec une autre vision de l'homme et de son corps, avec une autre relation à la vieillesse et à la mort. Ernst Troeltsch l'affirmait déjà au début du 20<sup>e</sup> siècle dans son analyse des rapports entre le protestantisme et le monde moderne dans une conférence de 1900 : « la théologie peut apporter des réponses aux changements contemporains dans les domaines spirituels, politiques et social »<sup>306</sup>. Ce qui nous amène à poser la question suivante : peut-on envisager une manière chrétienne de penser et de vivre la science qui remettrait l'homme au centre de nos préoccupations ? Nous y reviendrons.

#### 4. Relation de subordination triangulaire entre économie, science et théologie

Enfin, il convient d'avoir toujours à l'esprit cette relation de subordination qui existe entre l'économie capitaliste et la science contemporaine. Nous l'avons évoqué brièvement en attirant l'attention sur les interférences entre l'élaboration d'une nano-éthique, la logique économique et la stratégie politique en matière de développement des nanotechnologies en médecine (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2.6.2). La relation de subordination est donc triangulaire entre économie, science et théologie. Nous ne développerons pas l'aspect économique qui nous mènerait hors du sujet de ce travail mais il convenait de le mentionner pour avoir un état des lieux de la situation actuelle. Nous en resterons à l'analyse de la relation entre science et théologie au moment où l'avènement des nanotechnologies en médecine révolutionne en particulier la compréhension habituelle de l'existence de l'être humain et du corps humain.

---

<sup>306</sup> Hans-Georg DRESCHER, « Le *Kulturprotestantismus* et Troeltsch », traduction Lucie Kaenel, in Pierre GISEL, Patrick EVRARD (éd.), *La théologie en postmodernité*, Genève, Labor et Fides, coll. Lieux Théologiques n° 29, 1996, p. 76.

## Chapitre II : Compréhension de l'existence humaine : état des lieux

### 1. Vision « finie » mais transgressive du discours de la science

#### 1.1 Vision « finie » de l'existence humaine

La science occidentale et la médecine de plus en plus technicienne porte une vision « finie » de l'existence humaine. Cette dernière a un début : la naissance voire la conception d'un individu et, une fin : la mort de cet individu. De nombreuses recherches sont orientées actuellement selon une logique de performance et de transgression des limites qui consiste à repousser les limites connues et communément admises de l'espérance de vie. Cependant le fait de repousser l'heure fatidique de la mort, de comprendre les mécanismes du vieillissement ne résout pas la peur de la mort de l'homme, son acceptation difficile de sa finitude, sa capacité de donner un sens à sa vie terrestre. La science n'apaise pas les angoisses existentielles de l'homme, peut-être même les exacerbe-t-elle. Nous rejoignons l'analyse de Didier Sicard sur le progrès en médecine qui affirme : « Le progrès en médecine se construit, en fait, sur un arrière fond humain hanté par l'angoisse de la mort : mais cette construction est plus une cassure qu'une course ascensionnelle, plus une rupture avec le monde environnant qu'une continuité, plus une observation intelligente de l'erreur ou du hasard, qu'une élaboration mentale rationnelle »<sup>307</sup>. Le constat est sévère mais exact.

Les nanotechnologies dans leur application médicale s'inscrivent dans ce contexte. Ce contexte revêt un large spectre puisqu'il part d'applications très concrètes de thérapies en oncologie (vectorisation ciblée des médicaments), l'élaboration de diagnostics précoces (différents types de puces et laboratoires sur puce), de prothèses et d'implants (Partie I, chapitre II). Nous avons vu les aspects positifs et négatifs de ces applications. Elles sont en particulier positives – et nous insistons sur ce fait car il ne s'agit pas de rejeter en bloc les avancées scientifiques qui visent à soigner des pathologies graves – si elles permettent une amélioration des thérapies, une diminution des effets secondaires et

---

<sup>307</sup> Didier SICARD, «Réflexions sur le progrès en médecine », in Colloque : *Le progrès ; de la promesse au mirage*, organisé par la Fédération Protestante de France à l'initiative de la Commission Eglise et Société, Paris, 29 novembre 2011, p. 18. Consultable sur le site : [http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque\\_progres.pdf](http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque_progres.pdf).



une réponse à la douleur, si elles donnent la possibilité au patient de retrouver des conditions de vie satisfaisantes de *son* point de vue (seul le patient est à même de parler de son ressenti au sujet de sa vie quotidienne et de son corps), si elles donnent la possibilité de renouer des relations sociales. Elles seront négatives si elles produisent des problèmes d'intolérance des dispositifs introduits, une « prédiction » de la vie du patient avec un développement systématique ou inopportun des diagnostics de dépistage précoce, une utilisation de prothèses et d'implants non plus dans un but curatif mais dans un but « d'augmentation » d'un corps en bonne santé. Un récent avis du CCNE (Comité Consultatif National d'Ethique) vient d'ailleurs de poser des pistes de réflexion sur la « neuro-amélioration » chez la personne non malade<sup>308</sup>. Nous avons constaté que c'est bien le passage de la frontière de l'agir médical entre soigner et « augmenter » qui pose problème (2<sup>e</sup> partie, Chapitre II, 3.4) tant dans notre vision que dans notre compréhension du corps.

## 1.2 Mesurer le glissement du discours transhumaniste au discours posthumaniste

Cependant ce contexte d'applications des nanotechnologies à la médecine est élargi de façon extrême par le discours transhumaniste avec une dimension utopique eu égard aux possibilités actuelles de la science, en particulier le thème de l'immortalité physique du corps. De même, que l'attention doit être portée sur les dérives d'un discours scientifique que l'on retrouve dans le discours transhumaniste, elle doit être également portée sur le glissement sémantique qui s'opère du discours transhumaniste au discours posthumaniste. Il s'agit là d'une étape supplémentaire dans l'élaboration d'un discours problématique sur le corps humain dont il convient de tenir compte d'autant que l'on a tendance à confondre les deux discours.

Le discours posthumaniste envisage une étape supplémentaire par rapport au discours transhumaniste. Il opère une décentration de la vision anthropocentrique classique issue de l'humanisme des Lumières dont la logique extrême se retrouve dans le discours transhumaniste où l'homme reste tout de même au centre d'une évolution, certes accélérée, mais de type « darwinien ». Le discours posthumaniste va plus loin et affirme

---

<sup>308</sup> Avis N° 122 du 12 février 2014 du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), *Recours aux techniques biomédicales en vue de "neuro-amélioration" chez la personne non malade : enjeux éthiques*. Téléchargeable sur le site Internet [www.ccne-ethique.fr](http://www.ccne-ethique.fr) (lien : [http://www.ccne-ethique.fr/sites/default/files/publications/ccne.avis\\_ndeg122.pdf](http://www.ccne-ethique.fr/sites/default/files/publications/ccne.avis_ndeg122.pdf)).

une banalisation de l'hybridation en disant que l'homme a toujours produit de l'hybridation par la fabrication d'outil, par la technique en interaction avec son milieu de vie. Il envisage une hypothèse plus audacieuse en proposant d'abandonner la technique comme simple outil extérieur à l'homme et à son corps et souhaite opter pour une inclusion de la technique à l'intérieur du corps humain. L'idée d'une hybridation interne voit le jour et implique ainsi des questions cruciales sur l'identité de l'individu, sur sa liberté<sup>309</sup>. Même si le discours posthumaniste fait actuellement référence à des avancées scientifiques hypothétiques (convergence NBIC, interface homme/machine, interface cerveau/informatique), il convient d'en rendre compte car il pose un problème de choix entre les avancées possibles de la science. Il questionne à nouveaux frais notre attitude vis-à-vis du progrès scientifique, notre relation à la vérité et, pour ce qui nous occupe, notre relation au corps humain. L'articulation entre démarche scientifique et valeurs humanistes s'avère ici indispensable. C'est la conclusion à laquelle aboutit le philosophe des sciences Anastasios Brenner : « En conséquence, nous sommes conduits à porter un autre regard sur la vérité scientifique : celle-ci n'est ni révélation ni constatation. Il n'y a pas de vérité toute faite, mais seulement recherche du vrai. À séparer la vérité du processus qui a conduit à son établissement, nous la défigurons : c'est à une vérité abstraite et inconsistante que nous aboutissons. Il s'agit plutôt de faire sa part à la dimension humaine et temporelle de la connaissance »<sup>310</sup>. Une démarche épistémologique est plus que jamais d'actualité aussi bien dans l'appréhension que dans la compréhension des avancées si rapides de la science et particulièrement de ses applications technologiques. Nous avons suggéré que la démarche épistémologique était à remettre au centre de l'analyse éthique pour une élaboration d'une nano-éthique (2<sup>e</sup> partie, Chapitre I, 1.3).

À ce stade de la réflexion, la question à se poser est la suivante : dans quelle mesure le discours théologique peut-il être utile à une réflexion sur les avancées induites par le développement des nanotechnologies ? Ce discours n'est-il pas réputé « dépassé », sans objet voire inadéquat ou inutile dans notre monde contemporain ? Nous émettons l'hypothèse que le discours théologique, avec les valeurs humanistes qu'il porte, pourrait être en tension fructueuse avec le discours scientifique. Il pourrait apporter un

<sup>309</sup> Marina MAESTRUTTI, « Humain, transhumain, posthumain. Représentation du corps entre incomplétude et amélioration », in *Journal international de bioéthique, L'amélioration humaine*, Paris, ESKA, n° 3-4, vol 22, 2011, p. 51-66.

<sup>310</sup> Anastasios BRENNER, *Raisons scientifiques et valeurs humaines. Essais sur les critères du choix objectif*, Paris, P.U.F., coll. Science, Histoire et Société, 2011, p. 111-112.

nouvel éclairage, une « décentration » – et non pas une confrontation qui risque d’aboutir à une impasse où chacun resterait sur ses positions - sur notre compréhension contemporaine de la vie humaine, du corps humain. Une remise à distance par rapport au discours ambiant de performance, de dépassement (voire de « surpassement ») des capacités, de transgression des limites portée par les avancées scientifiques est à envisager.

## 2. Tension entre le discours scientifique et le discours théologique : état des lieux

### 2.1 Premier constat : passage d’une relation triangulaire à une relation binaire

Le premier constat est le suivant : le discours scientifique a pris la place du discours théologique. Il s’est généralement construit contre le discours théologique. Si nous adoptons pour cette description les catégories du vocabulaire de la psychanalyse, nous broserions le tableau suivant en nous référant aux travaux de Jean-Pierre Lebrun et Charles Melman : on assiste à l’effacement du « Dieu-Père » en deux temps. L’image du Dieu-Père a été remplacée par la croyance en la toute puissance de la science<sup>311</sup> et l’éviction du Dieu-Père est synonyme de l’éviction du tiers, de l’Autre<sup>312</sup>.

Alors que le discours théologique – tout comme d’ailleurs le discours psychanalytique – tente de maintenir de l’Autre, du tiers dans une relation triangulaire, le discours scientifique propose une relation binaire. La relation triangulaire permettait du « jeu » entre l’être humain et sa perception de sa propre existence, du « jeu » entre sa puissance et la maîtrise de son corps. En particulier, il était communément admis que sa naissance et sa mort appartenait à la volonté de Dieu ; il n’en avait pas la maîtrise. La relation binaire que proposent certains discours liés à la science ne permet qu’une relation du « tout ou rien » sclérosante, toute puissante, voire mensongère. Mensongère dans le sens où, effectivement, grâce aux progrès de la technique médicale la mortalité en début et en fin de vie est réduite, mais ces mêmes progrès laissent croire à une toute maîtrise du début et de la fin de l’existence humaine. Or, nous savons tous que même la science a ses limites. Le premier constat est donc, de par l’effacement de la prégnance du discours

---

<sup>311</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Un monde sans limite. Essai pour une clinique psychanalytique du social*, Ramonville Saint-Agne, Erès, coll. Point hors ligne, 2002, p. 111-139.

<sup>312</sup> Jean-Pierre LEBRUN, *Ibid*, p.199-200.

théologique, la victoire d'un discours de la toute puissance et de la perte du tiers. L'homme se retrouve en face à face avec sa toute puissance et prend la place de Dieu. Ce type de discours se retrouve de façon exacerbée dans la vision transhumaniste, en particulier dans son discours sur les possibilités envisageables des nanotechnologies.

## 2.2 Deuxième constat : passage d'une Parole révélée et transmise à une écriture du nombre

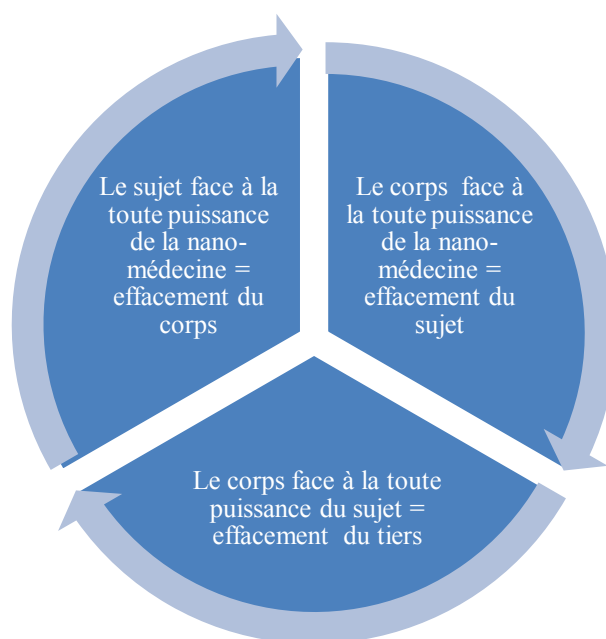
Dans un même ordre d'idée et ce sera notre deuxième constat : le texte biblique servait depuis des siècles de « Grand Autre ». La chute de l'importance accordée au texte biblique dans notre culture contemporaine et dans la vie quotidienne des gens peut être synonyme de la perte de ce « Grand Autre »<sup>313</sup>. Alors que le texte biblique parle d'une parole révélée et transmise, il est remplacé par le texte scientifique qui se résume sous la forme d'une écriture de nombres<sup>314</sup>. Les affects du sujet sont l'objet d'une description purement mathématique au moyen de l'instrument technique de mesure, tout particulièrement en médecine. Les mesures, les taux, les courbes décrivent la pathologie et tendent à minimiser - voire peut-être à effacer - la parole du sujet/patient sur ce qui lui arrive. La mise en mots de l'expérience du patient, l'expression de son ressenti intime, sa compréhension de la maladie sont minimisées. Il semble bien que l'on assiste à un double effacement : l'effacement du Dieu-Père (de l'Autre) qui a pour rôle de maintenir du tiers et l'effacement du sujet, du moins de sa parole sur ce qu'il vit. C'est justement ces deux entités que le discours théologique tente de maintenir, en particulier le tiers par la figure de Dieu. Autrement dit, le discours théologique continue de proposer une relation triangulaire face au discours de la science caractérisé par une relation binaire.

---

<sup>313</sup> Charles MELMAN, *La nouvelle économie psychique. La façon de penser et de jouir aujourd'hui*, Toulouse, Erès, coll. Humus, 2010, p. 52.

<sup>314</sup> Charles MELMAN, *L'homme sans gravité*, Paris, Denoël, coll. Folio essais, 2002, p. 163-164.

**Figure 32 : Relation binaire du discours scientifique selon trois modalités**



Cette relation binaire peut se décliner selon trois modalités :

Premièrement, le sujet/patient face à la « toute-puissance » de la nano-médecine avec « effacement » du corps : cette relation binaire tend à une « fascination » par rapport aux possibilités de la médecine tant et si bien qu'on en oublie le devenir du corps. Or, il ne faudrait pas oublier l'axiologie bénéfice/risque propre à l'acte médical. Nous avons soutenu dans une approche éthique systémique<sup>315</sup>, en complément d'une éthique dialogique, qu'il était important de cerner les paradoxes des nanotechnologies en général et de la nano-médecine en particulier (2<sup>e</sup> partie, chapitre II, 1). Récemment, Marie-Jo Thiel fait un constat similaire en affirmant : « Les nanotechnologies, l'infiniment petit, connaissent de même des applications paradoxales à tous les niveaux : elles contribuent à une pollution insidieuse, encombrant nos poumons, et inversement elles permettent d'instiller des médicaments par des biais totalement nouveaux »<sup>316</sup>. Cette modalité de la relation binaire ne doit pas évincer la question des

<sup>315</sup> Pascale LINTZ, « Les nanotechnologies : une question éthique pour demain ? », in Information-Evangélisation, *La vie humaine entre fragilité et puissance : questions de bioéthique*, n°6/décembre 2010, p. 33-36.

<sup>316</sup> Marie-Jo THIEL, « La vie autrement à partir des nouvelles technologies » in Information-Evangélisation, *Le transhumanisme : réparer, améliorer, dénaturer l'être humain*, n°3/mai 2014, p.19-22.

conséquences de la nano-médecine sur le corps humain, les effets secondaires indésirables<sup>317</sup>.

Deuxièmement, le corps face à la « toute puissance » de la nano-médecine avec « effacement » du sujet/patient : en corollaire avec ce qui précède, le corps ne peut être uniquement considéré comme un « objet » de science, comme un « terrain d'expérimentation » sans *a minima* le consentement éclairé du patient et sans tenir compte de ce que dit le sujet/patient de son propre corps, de ses souffrances, de son ressenti. L'écoute du personnel soignant est un moyen de sortir de cette deuxième modalité de la relation binaire, et procède d'une éthique médicale bien comprise. De même, la visite et l'écoute d'un aumônier permet au sujet/patient d'exprimer ses sentiments par rapport aux soins subis, à la maladie, à la souffrance, à la peur de la mort. L'aumônier, par sa présence, réintroduit du tiers en « représentant » en quelque sorte le discours théologique.

Troisièmement, le corps face à la « toute puissance » du sujet/patient avec « effacement » du tiers, en l'occurrence Dieu dans le discours théologique : cette dernière modalité de la relation binaire se retrouve de façon exacerbée dans le discours du courant transhumaniste sur le corps. L'être humain est seul face à son corps ; il en revendique la maîtrise totale par le moyen des avancées scientifiques. Les progrès induits par les nanotechnologies sont des instruments à disposition pour une maîtrise toujours plus grande sur le corps et son devenir. Le discours transhumaniste se positionne d'ailleurs clairement contre les conceptions religieuses<sup>318</sup>, aussi bien l'idée de l'existence de Dieu que l'idée de création (au sens de Dieu créateur du monde). Toujours dans ce discours : la créativité humaine et le pouvoir qu'elle confère à l'être humain ne peuvent être compris comme secondaires. L'être humain est seul et unique créateur de sa vie et de son corps en quelque sorte. Il ne se considère aucunement comme créature mais comme co-créateur. Autrement dit, il se prend pour Dieu.

Ce rejet est somme toute logique de la part du discours transhumaniste car le discours théologique par l'affirmation de l'existence de Dieu est à même de réintroduire du tiers

---

<sup>317</sup> Les nanomatériaux devraient être déclarés comme de « niveau de danger inconnu » et être traités « avec la même prudence que les matières dangereuses », telles sont les conclusions du tout récent rapport de l'ANSES publié en mai 2014 et qui confirment les craintes formulées depuis plusieurs années sur les effets délétères des nanomatériaux. (sur le site Internet [www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

<sup>318</sup> Bernard CLAVERIE, *L'homme augmenté. Néotechnologies pour un dépassement du corps et de la pensée*, op. cit., p. 33.

mais aussi d'affirmer que la vie est un don gratuit. Don gratuit que l'être humain peut accueillir dans toutes ses dimensions, y compris les plus difficiles, et non pas maîtriser ce don à tout prix. Le don, par définition, n'est pas maîtrisable puisqu'il s'agit de le recevoir. L'initiative vient d'un Autre. L'idée de don permet de ne pas réduire l'émergence de la vie, la genèse d'un corps à une simple réalité biologique voire « mécanique », c'est-à-dire à la simple rencontre de deux gamètes bien réductrice du miracle de la vie, à la maîtrise totale et absolue du début et de la fin de la vie. Il ne s'agit pas de rejeter le processus d'acquisition de connaissances dans lequel l'être humain s'est inscrit depuis son apparition. Il s'agit d'attirer l'attention sur l'idée de don qui permet de maintenir un certain émerveillement face à l'émergence de toute vie nouvelle y compris dans son aspect de complexité extrême. C'est très certainement cet émerveillement que l'être humain est en train d'amoindrir en technicisant de plus en plus son rapport au corps et à la vie. Nous posons l'hypothèse que le discours théologique peut permettre un ré-enchantement du monde. Par le maintien du tiers (Dieu), il met une distance entre l'être humain et son pouvoir aux limites sans cesse repoussées sur les choses et les êtres. Cette mise à distance - nécessaire à toute réflexion - permet de s'interroger sur ce phénomène d'auto-transcendance de l'être humain si exacerbée dans la société occidentale contemporaine et sur ses conséquences telles que l'idolâtrie, la dépendance voire l'addiction par rapport à certaines avancées technologiques.

### 2.3 Troisième constat : une représentation nécessairement interprétée des images des nanosciences, source possible d'une nouvelle mythologie

En marge de notre réflexion, l'attention doit être attirée sur le fait suivant : l'écriture du nombre caractéristique de la science est d'autant plus prégnante en ce qui concerne les nanotechnologies qu'elle est associée à une représentation nécessairement interprétée de la réalité « vue ». Nous avons noté (1<sup>ère</sup> partie, Chapitre I, 3. Métrologie) que le seul moyen d'appréhender les phénomènes quantiques liés aux nanotechnologies passe nécessairement par l'utilisation de microscopes très sophistiqués et par l'interprétation des images qu'ils produisent. Il s'agit non seulement de « voir » le mouvement mais aussi de « voir » l'invisible à l'échelle nanométrique. Le problème de la représentation des images à l'échelle nanométrique a d'ailleurs déjà fait l'objet d'études

approfondies<sup>319</sup>, en particulier l'impact possible des images du CNRS sur le public : « Il s'agit là d'un enjeu épistémologique fondamental : ces images sont directement impliquées dans la construction des représentations cognitives du monde que chacun d'entre nous porte en lui. Elles peuvent s'avérer sans lien avec les connaissances scientifiques et induire ainsi des croyances et des mythologies décalées, voire hostiles aux recherches sur les nanosciences par exemple. On retrouve ici le thème de l'image fallacieuse développée depuis Platon »<sup>320</sup>. Les auteurs font référence à la célèbre allégorie de Platon dans *La République* plus connue sous l'intitulé « Mythe de la caverne ». Cette allégorie pose la question de savoir si le monde tel qu'on le connaît est bien le monde réel ou non. Platon répond négativement et propose une interprétation « dualiste »<sup>321</sup> du monde : d'une part, le monde sensible dans lequel l'objet est vu selon notre perception sensorielle (les ombres projetées que les prisonniers voient dans la caverne) ; d'autre part, le monde intelligible dans lequel l'objet unique peut être regardé de plusieurs façons (la réalité à l'extérieur de la caverne baignée par le soleil). L'anamnèse (réminiscence) consiste à conduire un des prisonniers de la caverne à l'extérieur vers la lumière du jour afin de voir les objets tels qu'ils sont réellement.

L'allusion au mythe de la caverne de Platon illustre ici la situation paradoxale suivante : nous n'avons jamais vu autant la matière grâce aux nouveaux microscopes de pointe et cependant les images proposées au grand public pourraient donner une vision déformée de la matière. En effet, comment rendre une représentation de l'atome qui est sans couleur ? Comment matérialiser un ensemble d'atomes ou de molécules alors qu'il n'y a pas vraiment de consensus entre les scientifiques en chimie et en physique sur l'aspect véritable d'un atome ou d'une molécule ? L'utilisation de couleurs chatoyantes (tout comme, à l'autre bout de l'échelle de l'infiniment grand, les images astronomiques colorisées) a un effet séduisant par son aspect esthétique. Cet aspect esthétique a-t-il pour effet de minimiser les dangers des nanotechnologies en présentant de belles images et les faire accepter par le public ou bien, comme l'affirme l'auteur de la citation

---

<sup>319</sup> Anne SAUVAGEOT, Xavier BOUJU, Xavier MARIE (dir.), *Images et mirages nanosciences. Regards croisés*, Paris, Hermann, 2011.

<sup>320</sup> Muriel LEFEBVRE, Sylvie LAVAL, « Images CNRS des nanosciences : un dispositif entre recherche et médiation » in Anne SAUVAGEOT, Xavier BOUJU, Xavier MARIE (dir.), *Images et mirages nanosciences. Regards croisés*, Paris, Hermann, 2011, p.162.

<sup>321</sup> Monique CANTO-SPERBER utilise le terme de « dissociation » plutôt que le terme de « dualisme » pour caractériser la philosophie de Platon : « Que Platon ait pu concevoir que le monde sensible imite le lieu intelligible tout en ayant avec lui une relation de participation montre qu'il ne faut parler qu'avec prudence d'un dualisme platonicien ». Monique CANTO-SPERBER (dir.), « Platon » in *Philosophie Grecque*, Paris, P.U.F., 1998, p.236.



précédente, d'induire une réaction de rejet ? En tout état de cause, les deux effets peuvent être envisagés dans la mesure où l'imaginaire est opérant dans les deux cas.

Cette nouvelle mythologie mise en place par le moyen d'images séduisantes de la matière à l'échelle nanométrique peut alimenter une certaine idolâtrie par rapport aux avancées scientifiques. Le discours théologique en réinjectant de l'altérité (Dieu, l'Autre) peut permettre de mesurer cette tendance à idolâtrer la science et les technologies, tendance qui s'avère aliénante pour l'être humain s'il n'y prend pas garde. Le discours théologique peut permettre d'entrevoir la dimension d'aliénation plus ou moins importante de l'être humain par rapport aux nouvelles technologies : il s'agit de mesurer la distance entre l'être humain et les objets technologiques afin de garder un rapport d'utilisation et non d'asservissement voire de dépendance (dans notre vie quotidienne : il suffit de penser à l'utilisation d'internet ou du téléphone portable par exemple). Il s'agit de poser la question de l'utilité pour l'homme de telles ou telles techniques. L'angle d'approche du discours théologique est de remettre au centre de nos préoccupations l'être humain. Son rôle doit contribuer à promouvoir une éthique pour l'être humain.

Le discours théologique n'est pas à considérer comme en opposition systématique au développement de la science. D'ailleurs, les églises européennes ne montrent pas de crainte exagérée par rapport aux nouvelles technologies et ne sont pas *a priori* hostiles à l'idée d'améliorer l'être humain à condition de rester dans le cadre de traitements médicaux du handicap, des maladies, des anomalies génétiques afin de se rapprocher et de restaurer autant que faire se peut des capacités naturelles (innées ou acquises) de l'être humain. L'amélioration doit rester dans le champ médical en vue également d'une meilleure socialisation de l'être humain même si nous avons pointé le fait que les frontières de l'agir médical entre soigner, améliorer et augmenter sont parfois difficiles à cerner (2<sup>e</sup> partie, chapitre II, 3, 3.4). C'est ce qui ressort de la dernière contribution de la Conférence des Eglises européennes (CEC)<sup>322</sup>. Il s'agit bien de parler d'amélioration dans le sens de restauration des capacités et non pas d'augmentation des capacités humaines. Le discours théologique peut se comprendre en complémentarité avec la nécessité d'une démarche épistémologique critique de la part des scientifiques.

---

<sup>322</sup> CEC Conference of European Churches - CSC Church and Society Commission, Theo Boer and Richard Fischer (Ed.), *Human Enhancement. Scientific, Ethical and Theological Aspects from a European Perspective*, Strasbourg, CSC Church and Society Commission, 2013.

Jacques Monod attirait déjà en 1970 l'attention à ce sujet face au développement de la biologie moderne. Il écrivait : « Dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle, la nécessité absolue d'une épistémologie critique redevient évidente, comme condition même de l'objectivité de la connaissance. Ce ne sont plus désormais les seuls philosophes qui se livrent à cette critique, mais les hommes de science qui sont conduits à l'incorporer dans la trame théorique elle-même. C'est à cette condition que pouvaient se développer la théorie de la relativité et la mécanique quantique »<sup>323</sup>. Nous émettons l'idée – peut-être difficile à concrétiser comme nous l'avons constaté dans la réponse du gouvernement au débat public français sur les nanotechnologies (2<sup>e</sup> partie, Chapitre II, 2, 2.6) car le risque d'une réflexion des sciences humaines venant en aval et non pas en amont des avancées scientifiques est probable – qu'une démarche d'épistémologie critique tant de la part des scientifiques que des chercheurs en sciences humaines pourrait s'instaurer dans un dialogue entre sciences dures et sciences humaines par l'intermédiaire de la réflexion éthique. La réflexion théologique peut prendre place dans cette réflexion éthique<sup>324</sup>.

En ce qui concerne les nanotechnologies en particulier, la réflexion en est à ses balbutiements de la part des églises. Tout reste à faire en ce domaine. La question à se poser pourrait être la suivante : en quoi le discours théologique et, en particulier le texte biblique sur lequel il repose, peut aujourd'hui nous donner à réfléchir sur ce que véhicule le discours sur les nanotechnologies ? Que pouvons-nous en déduire sur les problématiques suivantes, à savoir : l'idolâtrie vis-à-vis de la science et de ses applications techniques, la « dictature » du voir et de l'image ?

### 3. Deux illustrations du texte biblique en tension avec le discours scientifique

Nous nous inscrivons, pour notre présent propos, dans la dimension du texte biblique comme texte de sagesse car cet aspect sapiential permet au discours théologique d'être

---

<sup>323</sup> Jacques MONOD, *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Paris, Seuil, coll. Points, 1970, p. 56.

<sup>324</sup> Le récent colloque de l'ATEM (Association de Théologiens pour l'Etude de la Morale) du 27 au 29 août 2014 à Strasbourg est un exemple de la réflexion des églises chrétiennes (orthodoxe, catholique, protestante) sur les avancées scientifiques. Le thème était consacré à l'homme perfectible, l'homme « augmenté ». Les interventions pluridisciplinaires ont convoqué aussi bien des scientifiques, que des philosophes, sociologues, éthiciens et théologiens. Les actes de ce colloque sont à paraître.

audible à la majorité de nos contemporains, croyants ou non. Ce texte reste incontournable même dans un monde qui revendique une posture athée tant il a imprégné la civilisation judéo-chrétienne dans laquelle émergent majoritairement les innovations liées aux nanotechnologies (Etats-Unis, Europe). Il ne s'agit pas d'instrumentaliser le texte, il s'agit de rester dans la simple optique d'un dialogue entre science et théologie comme relation de connexion (voir 4<sup>e</sup> partie, chapitre I, 1), comme une mise en écho du texte biblique par rapport à ce qui arrive actuellement à l'être humain grâce aux avancées de la science et de la technique. Le texte biblique peut-il donner quelques clés de compréhension au présent ? Autrement dit, le texte biblique nous parle-t-il encore aujourd'hui de ce qui nous arrive ? A sa lecture, peut-on éventuellement arriver à formuler quelques pistes de réflexion susceptibles d'aider à la prise de décision éthique ou plus généralement à la prise de responsabilité inédite de l'être humain face aux innovations liées aux nanotechnologies et à leurs applications techniques, voire à leurs avatars imaginés par le discours transhumaniste ?

### 3.1 L'idolâtrie

Lorsqu'on parle d'idolâtrie, le texte de l'Ancien Testament fait écho. L'affirmation du monothéisme est un des fils de trame du texte. La narration de la mise en place du Dieu unique témoigne des difficultés, des tergiversations, des avancées mais aussi des régressions, du doute, de l'impatience du peuple hébreu décidément « humain, trop humain ». Le texte de l'Exode en particulier met en scène à la fois l'engagement du peuple hébreu dans sa foi (il se met en route, quitte l'Egypte et s'engage dans le désert) mais aussi sa propension « aux murmures et aux révoltes »<sup>325</sup> lorsqu'il est en proie au doute et à l'incertitude. Le retour à l'idolâtrie dans l'épisode du veau d'or (Exode 32) illustre cette fragilité du croire du peuple hébreu, fragilité paradigmatique inscrite dans l'existence humaine elle-même de façon universelle. Croire reste un défi permanent à remettre quotidiennement sur le métier pourrait-on dire car il s'inscrit dans une relation de confiance en la parole d'un Autre. Le basculement régressif vers l'idolâtrie n'est jamais très loin et reste une constante du comportement humain face à l'incompréhensible, au vide. Que peut-on en conclure pour aujourd'hui ? Ce texte nous déplace-t-il encore ? Certains aspects du texte (en laissant de côté le message purement

---

<sup>325</sup> Jean-Daniel MACCHI, « Exode » in Thomas RÖMER, Jean-Daniel MACCHI, Christophe NIHAN (éd.) *Introduction à l'ancien testament*, Genève, Labor et Fides, coll. Le monde de la Bible N° 49, 2004, p. 183.

théologique de l'installation du monothéisme) donnent-ils à penser sur notre relation contemporaine à l'objet nanotechnologique ?

### **La faute du peuple : le « veau d'or »**

Le peuple vit que Moïse tardait à descendre de la montagne ; alors le peuple se rassembla autour d'Aaron et lui dit : Fais-nous des dieux qui marchent devant nous ! Car ce Moïse, cet homme qui nous a fait monter d'Egypte, nous ne savons pas ce qui est advenu de lui ! Aaron leur dit : Enlevez les anneaux d'or qui sont aux oreilles de vos femmes, de vos fils et de vos filles, et apportez-les-moi. Tous les gens du peuple enlevèrent les anneaux d'or qui étaient à leurs oreilles et les apportèrent à Aaron. Celui-ci prit l'or de leurs mains, le façonna au burin et fit un taurillon de métal fondu. Puis ils dirent : Voici tes dieux, Israël, ceux qui t'ont fait monter d'Egypte ! Lorsque Aaron vit cela, il bâtit un autel devant le taurillon et s'écria : Demain, il y aura une fête pour le SEIGNEUR ! Le lendemain, ils se levèrent de bon matin, ils offrirent des holocaustes et présentèrent des sacrifices de paix. Le peuple s'assit pour manger et pour boire ; puis ils se levèrent pour s'amuser.

Exode 32, 1-6.

La Nouvelle Bible Segond (NBS), édition d'études, Alliance Biblique Universelle, 2002, p. 132.

Le veau d'or brille et se voit. Il est l'objet d'adoration sous forme de prosternation et de sacrifices. Il est muet et non structurant. L'idolâtrie passe par le voir. *A contrario*, le Dieu de Moïse ne se voit pas, il s'entend. Il parle et communique par l'intermédiaire de Moïse au peuple hébreu. Sa parole structure par le moyen de l'écriture des tables de la loi (les dix paroles, appelées également paroles de l'Alliance : Genèse 34,28) que Moïse a pour mission de redescendre de la montagne. Le veau d'or est une fabrication humaine forgé à partir des bijoux en or portés par les femmes et les enfants. Il a la fonction d'une idole.

Ce texte peut donner à réfléchir sur la relation contemporaine à l'objet et sur l'acte de fabrication de l'objet lorsque justement il n'y a pas ou plus de tiers, et lorsqu'on se trouve dans la situation contemporaine d'un « homme areligieux qui refuse la transcendance », « qui *se fait* lui-même et n'arrive à se faire complètement que dans la

mesure où il se désacralise et désacralise le monde » pour reprendre les expressions de Mircea Eliade<sup>326</sup>. A la lumière du texte de l'Exode qui permet d'attirer l'attention sur la relation idolâtrique à l'objet, les objets issus peu ou prou des nanotechnologies et dont l'essor est en partie dû à la miniaturisation des composants (micro-ordinateur, tablette tactile, I-Phone, étiquettes RFID) peuvent induire dans leur utilisation une relation de dépendance. L'objet est rendu indispensable dans la vie quotidienne et il est en quelque sorte même imposé : comment vivre maintenant sans internet ne serait-ce que pour les démarches administratives les plus courantes ? La variable d'ajustement se situe donc au niveau de l'utilisation : utilisation ou aliénation voire esclavage par rapport à l'objet ou à la machine. L'objet technique reste-t-il à son statut de simple objet utilitaire ou devient-il une idole qui génère dépendance voire addiction : on est perdu sans son GPS, on est seul au monde sans son I-phone, on est impuissant et sans relation sociale sans internet et bientôt on sera sans identité sans implant sous-cutané. Nous sommes bien en présence d'une désacralisation du monde environnant où le hasard, la contingence voire l'initiative et la liberté individuelle sont amoindris. Nous sommes également bien en présence d'une désacralisation de l'être humain et de son corps si nous pensons aux nanotechnologies appliquées à la médecine dans l'optique d'augmentation des capacités humaines du discours transhumaniste.

La relation d'idolâtrie procède également par l'absence de distance physique, par l'absence de recul intellectuel, par un rapport d'immédiateté vis-à-vis de l'idole. Nous avons déjà noté le discours de la promesse lié aux nanotechnologies (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2, 2.6.1) qui introduit en quelque sorte une distorsion du temps et tente d'induire un rapport d'immédiateté : les possibilités techniques des nanotechnologies à venir sont présentées comme pratiquement déjà là, inéluctables, incontournables pour des raisons de logique économique et de stratégie politique. Nous avons abordé la problématique d'une pensée magique particulièrement prégnante dans le discours transhumaniste qui témoigne d'une volonté de toute-puissance (3<sup>e</sup> partie, chapitre I, 4, 4.1) sur le corps. Cette volonté de toute puissance abolit la distance entre le corps et l'objet nanotechnologique pour aboutir à l'idée d'augmentation des capacités du corps, à la notion d'hybridation corps/machine selon le discours transhumaniste. Enfin, nous venons d'évoquer la représentation problématique des objets nanométriques véhiculée

---

<sup>326</sup> Mircea ELIADE, *Le sacré et le profane*, Paris, Gallimard, coll. Folio Essais, édition française 1965, p. 172.

par les images esthétiques et chatoyantes du CNRS sur l'imaginaire (4<sup>e</sup> partie, chapitre II, 2, 2.3). Le rapport à l'objet nanotechnologique semble porter certaines caractéristiques d'une relation d'idolâtrie : l'abolition de la distance et du temps dans un rapport d'immédiateté, la distorsion induite par un « donné à voir » séducteur et fascinant des objets nanométriques.

### 3.2 La dictature du voir et de l'image

L'idole a un lien avec ce qui se donne à voir. La croyance s'appuie sur un objet concret, identifiable, palpable. Il faut voir pour croire, il faut voir pour comprendre, il faut toucher pour croire. Si un texte du Nouveau Testament remet ces affirmations en cause, c'est bien le récit de la résurrection de Jésus et de son apparition à Marie de Magdala dans l'évangile selon Jean (Jean 20,1-18).

#### **La résurrection de Jésus (Jean 20,1-2)**

(1) Le premier jour de la semaine, Marie-Madeleine vient au tombeau dès le matin, alors qu'il fait encore sombre, et elle voit que la pierre a été enlevée du tombeau. (2) Elle court trouver Simon Pierre et l'autre disciple, l'ami de Jésus, et elle leur dit : On a enlevé le Seigneur du tombeau, et nous ne savons pas où on l'a mis ! [...]

#### **Jésus apparaît à Marie-Madeleine (Jean 20,11-18)**

(11) Cependant Marie se tenait dehors, près du tombeau, et elle pleurait. Tout en pleurant, elle se baissa pour regarder dans le tombeau. (12) Elle voit alors deux anges vêtus de blanc, assis là où gisait précédemment le corps de Jésus, l'un à la tête et l'autre aux pieds. (13) Ils lui dirent : Femme, pourquoi pleures-tu ? Elle leur répondit : Parce qu'on a enlevé mon Seigneur, et je ne sais pas où on l'a mis. (14) Après avoir dit cela, elle se retourna ; elle voit Jésus debout ; mais elle ne savait pas que c'était Jésus. (15) Jésus lui dit : Femme, pourquoi pleures-tu ? Qui cherches-tu ? Pensant que c'était le jardinier, elle lui dit : Seigneur, si c'est toi qui l'as emporté, dis-moi où tu l'as mis, et moi, j'irai le prendre. (16) Jésus lui dit : Marie ! Elle se retourna et lui dit en hébreu : *Rabbouni* ! – c'est-à-dire : Maître ! (17) Jésus lui dit : Cesse de t'accrocher à moi, car je ne suis pas encore monté vers le Père. Mais va vers mes frères et dis-leur que je monte vers celui qui est mon Père et votre Père, mon Dieu et votre Dieu. (18) Marie-Madeleine vient annoncer aux disciples qu'elle a vu le Seigneur et qu'il lui a dit cela.

La Nouvelle Bible Segond (NBS), édition d'études, Alliance Biblique Universelle, 2002, p. 1424.

Il y a deux séquences dans lesquelles Marie de Magdala (ou Marie-Madeleine) se trouve près du tombeau vide : la première fois, elle a constaté le tombeau ouvert, et a couru le dire aux disciples (verset 1) ; la seconde fois (verset 11), elle se baisse pour voir dans le tombeau et aperçoit deux anges. Les deux anges (littéralement : δυο αγγελους « deux messagers » en grec<sup>327</sup>) se tiennent à la tête et aux pieds du tombeau. Ils encadrent un espace vide, une absence. Leur présence identifie ce tombeau comme étant vraiment celui de Jésus. Au début du chapitre 20 (versets 6-7), les linges funéraires sont soigneusement rangés et évoquent une première fois l'absence du corps de Jésus. Marie de Magdala regarde et ne voit rien. Elle regarde mais ne comprend pas la situation ou plutôt elle reste dans sa propre logique : si le corps de Jésus a disparu, c'est que quelqu'un l'a déplacé dans un autre endroit. Au verset 14, elle rencontre un homme qu'elle prend pour le jardinier. Le texte précise bien que Marie de Magdala ignore l'identité de l'homme en face d'elle (littéralement : και ουκ ηδει οτι Ιησους εστιν = et elle ne savait pas que Jésus est<sup>328</sup>). Elle se tourne en arrière. On peut imaginer qu'elle a senti une présence derrière elle sans l'identifier pour autant. Ce retournement a une valeur symbolique : il indique que Jésus n'est plus dans le tombeau. Elle se détourne du tombeau donc de la mort, mais elle ne se tourne pas encore vers l'avenir. Elle n'a pas encore fait le deuil de ce qui n'est plus. A ce stade du récit (verset 15), elle voit et échange avec Jésus mais ne le reconnaît pas. Elle voit mais ne comprend pas. L'action de voir ne provoque donc pas forcément une connaissance, une reconnaissance. C'est seulement lorsque Jésus la nomme par son prénom que Marie de Magdala reconnaît celui qui lui parle. C'est la nomination et non pas la vision qui aide Marie de Magdala à reconnaître Jésus et à croire. En accomplissant la mission que Jésus lui confie, elle est la première à inaugurer la proclamation de la Bonne Nouvelle. C'est elle que Jésus envoie vers ses propres disciples pour témoigner et elle s'exécute. Le regard de Marie de Magdala a changé et elle a laissé partir Jésus pour se tourner vers l'avenir. Marie de Magdala parvient à se détourner du « voir » et à accepter sans vraiment le comprendre concrètement comment Jésus est sorti du tombeau. Elle croit et cela la remet en mouvement.

---

<sup>327</sup> Novum Testamentum Graece, Nestle-Aland, Deutsche Bibelgesellschaft, 2001, p. 315.

<sup>328</sup> *Ibid*, p. 315.

Dans un même ordre idée aux versets 20,24-29, le disciple appelé Thomas est devenu le modèle de l'incrédule qui ne croit que ce qu'il voit.

### **Thomas et le ressuscité (Jean 20,24-29)**

Thomas, celui qu'on appelle le Jumeau, l'un des Douze, n'était pas avec eux lorsque Jésus vint. Les autres disciples lui dirent donc : Nous avons vu le Seigneur. Mais lui leur dit : Si je ne vois pas dans ses mains la marque des clous, si je ne mets pas mon doigt dans la marque des clous et ma main dans son côté, je ne le croirai jamais !

Huit jours après, ses disciples étaient de nouveau dans la maison, et Thomas avec eux. Jésus vient, alors que les portes étaient fermées ; debout au milieu d'eux, il leur dit : Que la paix soit avec vous ! Puis il dit à Thomas : Avance ici ton doigt, regarde mes mains, avance ta main et mets-la dans mon côté ! Ne sois pas un incroyant, deviens un homme de foi ! Thomas lui répondit : Mon Seigneur, mon Dieu ! Jésus lui dit : Parce que tu m'as vu, tu es convaincu ? Heureux ceux qui croient sans avoir vu !

La Nouvelle Bible Segond (NBS), édition d'études, Alliance Biblique Universelle, 2002, p. 1425.

Or, dans le texte, il exige ce qui a été accordé aux autres disciples, c'est-à-dire de voir. Jésus accède à sa demande tout en expliquant à tous - y compris au lecteur - que la foi est indépendante de la vision ou d'une quelconque preuve matérielle. Voir n'est pas croire.

Que peut apporter ce texte pour la compréhension de l'objet nanotechnologique d'aujourd'hui, en particulier dans notre relation au « voir » et au « savoir »? Nous ferons deux remarques à ce sujet.

Premièrement, l'aspect paradoxal avec l'émergence des nanotechnologies se situe dans le fait que l'on ne peut absolument pas voir les phénomènes à l'échelle nanométrique que par le moyen de microscopes extrêmement sophistiqués et non accessibles à tout à chacun, et dans le fait que la seule façon de s'approprier ces phénomènes pour le grand public passe par les images de vulgarisation scientifique que propose par exemple le CNRS. L'invisible est restitué par des images au caractère esthétique non négligeable. Malgré l'aspect discutable de l'utilisation des couleurs que nous avons relevé (4<sup>e</sup> partie, chapitre II, 2, 2.3), c'est cependant le seul mode de connaissance et de représentation à



la disposition du grand public. Ici se fait jour la limite entre voir et connaître les phénomènes quantiques des nanotechnologies pour les non-spécialistes.

Deuxièmement, même pour les scientifiques c'est une chose de voir les phénomènes quantiques, c'en est une autre d'en donner une explication eu égard au principe d'incertitude d'Heisenberg (1<sup>ère</sup> partie, chapitre I, 4). De plus, nous avons également constaté que la définition même des nanotechnologies était problématique et ne procédait pas encore d'un consensus entre les scientifiques (1<sup>ère</sup> partie, chapitre I, 5). Enfin, l'incertitude règne quant à la connaissance des effets toxiques des nanoparticules, toxicité qui fait maintenant l'objet d'études plus approfondies. Ces études tendent à conclure à une toxicité certaine des nanoparticules, en particulier des nanotubes de carbone. Ici se fait jour à nouveau la limite entre voir et comprendre les phénomènes quantiques.

La constatation est la suivante : voir n'équivaut pas à connaître, voir n'est pas synonyme de comprendre. Même si le « voir » reste un des moyens scientifiques les plus pertinents de s'approcher de l'explication d'un phénomène, le « voir » n'englobe pas toute la connaissance. Les textes concernant l'expérience de Marie de Magdala ou de Thomas suggèrent ce type de décalage entre le « voir » et le « croire », plus exactement en ce qui concerne notre propos, entre le « voir » et le « savoir » dans la mesure où une connaissance est réputée valable parce que nous « croyons » à l'explication qui en est donnée et qu'elle est validée par un consensus scientifique. Dans une société où la multiplication des écrans dans notre vie tend à hypertrophier l'action du « voir » sur les autres capacités de compréhension humaine, cette distinction entre le « voir » et le « savoir » est d'autant plus pertinente. La distinction entre le « voir » et le « croire », entre le « voir » et le « savoir » permet également d'éviter l'écueil de la toute puissance que l'être humain s'octroie volontiers dans sa relation à son corps.

#### 4. Le lieu du corps : vulnérabilité négative, vulnérabilité positive

La théologie chrétienne, tout particulièrement par le moyen des textes bibliques du Nouveau Testament, montre un corps vulnérable marqué par la finitude, qu'il s'agisse - dans une lecture au premier degré sans inclure ici le rôle de la foi dans la guérison - du

corps des personnes que Jésus guérit que du corps de Jésus lui-même sur la croix. Cette vulnérabilité du corps peut être comprise de façon négative et de façon positive.

De façon négative : le discours actuel sur la vulnérabilité du corps s'inscrit dans un nouveau dualisme homme / corps. L'être humain doit à tout prix par les moyens de la science et de la technique pallier aux manquements de son corps. Ce corps vulnérable, témoin de la fragilité de la vie humaine et de sa finitude, est un fait inacceptable pour le discours extrême des transhumanistes par exemple. La médecine technique est l'outil indispensable pour gommer cette vulnérabilité quitte à en devenir esclave, quitte à ne plus mesurer les conséquences délétères des nouveaux procédés mis en oeuvre.

L'utilisation des nanotechnologies en médecine est au cœur de ce problème et sera de plus en plus associée à la problématique de l'hybridation homme / machine. C'est la raison pour laquelle la réflexion éthique est indispensable en ce domaine en insistant sur la distinction indispensable entre soigner, améliorer et augmenter (2<sup>e</sup> partie, chapitre II, 3,3.4). Cette distinction sera peut-être à l'avenir de plus en plus difficile à poser tant les frontières entre le normal et le pathologique, entre le naturel et l'artificiel, entre réparation et augmentation des capacités humaines deviennent floues. Si les nanotechnologies appliquées à la médecine contribuent à réparer des fonctionnalités du corps qui ont été perdues par maladie, par accident, par vieillissement, par malformation congénitale, elles sont souhaitables. Si elles permettent de ce fait une réinsertion dans la vie sociale, une meilleure qualité relationnelle avec l'entourage, un nouvel élan vers l'altérité, un ancrage solide dans la réalité, un bien-être d'ordre psychologique, elles sont bénéfiques. Elles restent dans le domaine de l'agir médical. Elles contribuent à l'inscription de l'individu dans son environnement, dans son chemin de vie.

Mais il est possible également de comprendre la vulnérabilité du corps de façon positive. Nous rejoignons ici la conclusion de Nathalie Maillard qui caractérise la vulnérabilité comme un trait anthropologique et comme un trait ontologique de l'humain. Elle préconise d'articuler en complémentarité l'éthique de l'autonomie avec l'éthique de la vulnérabilité<sup>329</sup>. L'éthique de la vulnérabilité permet de réinscrire l'être humain dans son corps et dans la temporalité. Nous avons d'ailleurs insisté sur le fait d'inscrire l'élaboration d'une nano-éthique dans le temps et nous avons attiré l'attention sur les trois niveaux temporels qui étaient en interaction (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 2, 2.6). Du

---

<sup>329</sup> Nathalie MAILLARD, *La vulnérabilité. Une nouvelle catégorie morale ?*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 56, 2011, p. 361-364.

point de vue de la technique, c'est parce que l'être humain est vulnérable qu'il a inventé des moyens techniques pour pallier ses capacités restreintes et pour s'adapter autant que faire se peut à son environnement : l'outil en est l'exemple paradigmatique. De ce point de vue, la vulnérabilité peut être comprise comme un des moteurs du progrès.

Une première question à trancher sera à l'avenir de définir (ou du moins de tenter de définir) où s'arrête le perfectionnement de l'outil. L'outil doit-il rester un outil utilitaire qui aide l'être humain ? L'être humain en garderait la maîtrise. Ou bien, avons-nous déjà atteint le stade où l'outil est devenu un outil d'asservissement qui transformerait l'être humain en esclave de la machine ou du robot. L'être humain serait alors totalement tributaire de l'outil et ne saurait plus faire autrement.

Une deuxième question à examiner serait de mesurer le niveau d'aide de la machine et du robot. Il faudrait analyser et comprendre quelles sont les capacités que ce niveau d'aide rend obsolètes et quelles sont les nouvelles capacités qu'il permet ainsi de faire émerger puisque l'être humain se libère de certaines contraintes dans sa vie quotidienne pour développer d'autres compétences. Dans la mesure où les nanotechnologies participent à l'élaboration de robots, un travail éthique sur la place à accorder à la machine ou au robot comme élément substitutif du corps ouvre un grand champ d'investigation.

Enfin l'idée selon laquelle la vulnérabilité peut être vécue comme « expérience d'accueil » peut être à l'origine d'une nouvelle grille de lecture concernant l'impact des nanotechnologies sur le corps et plus généralement sur la vie de l'être humain. Marie-Jo Thiel affirme : « Cette vulnérabilité que la technologie veut obturer, signifie certes épreuve, souffrance, interrogation, mais aussi relation à l'autre, sympathie... L'obturer, c'est se fermer à l'altérité, à la possibilité d'échanges où l'un fait intrusion dans l'autre, y compris l'Autre qu'est Dieu. Le christianisme nous donne des ressources pour faire de la vulnérabilité une expérience d'accueil de l'autre, de la grâce, pour aller plus loin et donc pour remettre les biotechnologies à leur juste place »<sup>330</sup>. C'est bien parce que l'être humain est vulnérable qu'il a besoin de vivre avec les autres dans une relation d'aide, d'entraide. Le processus de guérison s'inscrit lui aussi bien souvent dans une relation intersubjective. La notion de vulnérabilité doit, à notre avis, sous-tendre l'élaboration d'une grille de critères pour une éthique théologique concernant les nanotechnologies.

---

<sup>330</sup> Marie-Jo THIEL, « La vie autrement à partir des nouvelles technologies » in Information-Evangélisation, *Le transhumanisme : réparer, améliorer, dénaturer l'être humain*, n°3/mai 2014, p. 21.

## 5. Vers l'élaboration d'une grille de critères pour une éthique théologique des nanotechnologies

Nous partirons de l'affirmation suivante émanant du document rédigé par la Fédération Protestante de France en 2009 concernant la bioéthique : « L'homme est tout autant être social et être de paroles qu'organisme cellulaire, quelque réelle, complexe et remarquable que soit cette organisation »<sup>331</sup>. Cette affirmation est importante car elle permet de ne pas réduire le corps humain, et donc l'être humain, à une simple « machine biologique ». Nous avons d'ailleurs évoqué cette vision problématique du « corps objet » liée à la cybernétique et à l'informatique (Troisième partie, chapitre II, 2).

Dans l'optique d'une évaluation théologique des nanotechnologies appliquées à la médecine, outre les quatre critères proposés par Karsten Lehmkuhler<sup>332</sup> dans le cadre d'une réflexion sur le *Human Enhancement* (amélioration / augmentation des capacités humaines), à savoir : le souci du corps, le respect pour autrui, la responsabilité, la protection du plus faible. Nous souhaitons apporter quelques éléments aux critères du souci du corps et du respect d'autrui en lien avec les nanotechnologies et ajouter d'autres critères.

Concernant le critère du souci du corps : la société occidentale quant à sa vision du corps relève d'un double héritage. D'un côté, un rapport au corps issu de l'Antiquité et en particulier issu du platonisme : il s'agit d'un rapport au corps « essentiellement pensé »<sup>333</sup>, d'un rapport de force dans lequel la pensée, la volonté, la raison ont un pouvoir sur les sensations du corps. Autrement dit, cet héritage véhicule une certaine « dévalorisation du corporel »<sup>334</sup> par rapport à l'intellect. Cependant, nous nuancions en prenant acte que cette dévalorisation corporelle est contrebalancée par la sculpture

---

<sup>331</sup> Etats généraux de la bioéthique 2009. Eléments de réflexion proposés par la Commission Eglise et Société de la FPF (Fédération Protestante de France), consultable sur le site internet [www.protestants.org](http://www.protestants.org).

<sup>332</sup> Karsten Lehmkuhler a proposé ces quatre critères d'évaluation concernant l'Human Enhancement lors de sa contribution au colloque de l'ATEM (Association de Théologiens pour l'Etude de la Morale) « Homme perfectible, homme "augmenté" ? » qui s'est déroulé du 27 au 29 août 2014 à Strasbourg et dont les actes vont être prochainement publiés.

<sup>333</sup> Florence QUINCHE, « Le corps et la personne », in CAUSSE Jean-Daniel, MÜLLER Denis (dir.), *Introduction à l'éthique. Penser, croire, agir*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 51, 2009, p.338.

<sup>334</sup> Karsten LEHMKÜHLER, « Guérison et non-guérison : approche théologique » in FREY Daniel, LEHMKÜHLER Karsten, (dir.), *Soins et spiritualités : regards de praticiens et de théologiens*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 2009, p. 163.

grecque qui met en scène la beauté de corps esthétiquement parfaits. Certes, il s'agit souvent de la représentation de corps idéalisés de dieux et de déesses ou de la représentation de corps d'athlètes développés par l'exercice physique et donc par la volonté de son propriétaire. D'un autre côté, l'héritage judéo-chrétien, et en particulier le christianisme, accorde une grande importance à la corporéité mais avec une certaine ambivalence entre incarnation et vulnérabilité. Le corps est à la fois le lieu de l'incarnation mais aussi le corps qui traverse la passion, la mort mais aboutit à la résurrection<sup>335</sup>. L'image chrétienne du corps permet de penser le corps de façon paradoxale : à la fois le corps avec sa vulnérabilité et sa finitude et le corps lieu de l'incarnation, de la résurrection, de l'espérance eschatologique.

Si nous tentons d'en tirer des conséquences pour les nanotechnologies appliquées à la médecine, le discours théologique permettrait de « résister » à cette tendance de la dévalorisation du corporel. En particulier, il semble que le discours transhumaniste sur le corps et son amélioration par les nanotechnologies soit le dernier avatar du rapport au corps issu de l'Antiquité. En effet, *l'Human Enhancement*<sup>336</sup> prône un rapport essentiellement pensé sur le corps, une volonté de maîtrise totale et de transformation sans limite sur le corps totalement objectivé. Un pas de plus est même franchi avec l'idée de maîtriser également les sens de perception, voire la raison au travers du cerveau avec l'utilisation possible de différents psychostimulants, de produits dopants proches de la drogue. Dans le même temps, un certain esthétisme pointe également puisque le corps doit rester jeune et sans défaut le plus longtemps possible. Le discours transhumaniste serait une sorte de « platonisme positiviste » porté à son paroxysme qui articule une dévalorisation du corporel « naturel » (au sens du corps que l'on a naturellement à la naissance), une prétention à son amélioration et à son augmentation (considérées comme des progrès pour l'humanité) pour le « bien » de l'être humain bénéficiaire et une maîtrise de la raison elle-même. En contrepoint, le discours théologique permet de remettre la notion de vulnérabilité, de limites de notre condition

---

<sup>335</sup> Florence QUINCHE, « Le corps et la personne », in CAUSSE Jean-Daniel, MÜLLER Denis (dir.), *Introduction à l'éthique. Penser, croire, agir*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 51, 2009, pp.347-348.

<sup>336</sup> Nous retenons ici la définition d'Ulla Schmidt concernant *l'Human Enhancement* :

“ways to make functional changes to human characteristics, abilities, emotions and capacities, beyond what we regard today as normal, using advances in biology, chemistry, physics, materials, information technology and the mind sciences”.

CEC Conference of European Churches - CSC Church and Society Commission, Theo Boer and Richard Fischer (Ed.), *Human Enhancement. Scientific, Ethical and Theological Aspects from a European Perspective*, Strasbourg, CSC Church and Society Commission, 2013.

humaine au cœur du débat. Il permet également de mettre de la distance par la place accordée au tiers (Dieu) dans le rapport de l'être humain à son corps et à sa finitude. Le fait de réintroduire du tiers dans la relation entre l'être humain et son corps permettrait d'éviter une relation complètement objectivée et de redonner une certaine place à la notion de respect du corps.

D'autre part, il nous paraît important d'attirer également l'attention sur la tendance de la médecine technique occidentale à continuer à avoir une vision de plus en plus morcelée du corps dans le processus de guérison. Il faudrait revenir à une vision holistique du corps où le psychisme joue sûrement un rôle non négligeable. Il semble que cette vision holistique regagne actuellement du terrain. Ce retour est peut-être lié au développement de l'éthique du *care* qui pose la vulnérabilité comme élément important de la discussion éthique sous ses quatre aspects : la vulnérabilité anthropologique, la vulnérabilité corporelle, la vulnérabilité relationnelle et sociale, la vulnérabilité issue du fait que nous sommes des « êtres de besoin »<sup>337</sup>. L'acte technique est souvent indispensable mais la façon dont est entouré et accompagné le patient dans la phase de guérison n'est pas négligeable non plus. L'acte technique du nanorobot aussi efficace soit-il ne peut faire l'économie de tous les autres paramètres qui interagissent avec le patient, en particulier les données anthropologiques de la vulnérabilité et les paramètres relationnels. Il faudrait à la fois éviter de tomber dans le dualisme homme / corps si prégnant aujourd'hui à cause de l'émergence de la médecine technique mais aussi ne pas tomber dans un autre écueil qui serait un dualisme corps / psychisme.

Concernant le critère du respect pour autrui : nous pensons que le respect pour autrui passe par le respect de soi-même et de son propre corps. Cette affirmation appelle quelques explications.

Le discours théologique accorde une place importante au respect de l'autre. Ce respect s'articule avec l'égalité de principe entre les êtres humains dans la théologie chrétienne : tous les êtres humains sont des créatures de Dieu donc tous les êtres humains sont égaux. Le respect de l'autre s'exprime également dans la Règle d'or ainsi formulée dans l'Ancien Testament « Ce que tu n'aimes pas, ne le fais à personne » (Tobit 4,15). Les formulations dans le Nouveau Testament sont les suivantes : « Tout ce que vous voulez que les gens fassent pour vous, vous-aussi, faites-le de même pour eux : c'est là la Loi

---

<sup>337</sup> Nathalie MAILLARD, *La vulnérabilité. Une nouvelle catégorie morale ?*, op. cit., pp. 198-199.

et les Prophètes» (Matthieu 7,12) ou bien « Ce que vous voulez que les gens fassent pour vous, faites-le pareillement pour eux » (Luc 6,31). Les deux aspects de cette règle, à savoir : l'aspect équitable dans la réciprocité et l'aspect empathique par l'identification à l'autre, permettent de contrebalancer la tendance prégnante dans notre société à l'individualisme et à la relation égotique. L'irruption du souci de l'autre permet de briser une relation fermée de soi à soi. Il permet d'opérer un décentrement de soi. Il est à la base d'un vivre ensemble en société étayé par une dimension d'identification à l'autre, une dimension de reconnaissance de l'autre, une dimension de sollicitude, une dimension affective. Ces quatre dimensions de la Règle d'or sont réinvesties et revisitées dans l'éthique du *care* par exemple. Elles permettent plus ou moins avec succès d'éviter de tomber dans des dérives extrêmes d'une médecine technicienne.

Cependant ce rempart de la règle morale, dite Règle d'or, semble s'effriter lorsque l'on passe d'une médecine technicienne issue des nanotechnologies à la volonté d'amélioration ou d'augmentation du corps que seraient susceptibles d'apporter les nanotechnologies. Un sursaut éthique est souhaitable non seulement de la part des équipes médicales mais aussi du patient lui-même, en particulier lorsqu'il se trouve à prendre une décision de soins à la frontière entre soigner et améliorer. Ce sursaut éthique en appelle à la notion de responsabilité du patient dans sa liberté de décision concernant l'agir sur son propre corps. La notion de responsabilité peut permettre également de prendre un certain recul et d'analyser cette exigence sociale déjà intériorisée – et que nous subissons tous – de la performance, de la productivité, de la compétitivité et, de ce fait, de l'impératif de rester « invulnérable ».

Face à cet effritement possible de la Règle d'or, nous estimons qu'un autre paramètre pourrait être ajouté, celui de la qualité du lien social qui est restauré (ou pas), maintenu (ou pas) pour le patient soigné par les nanotechnologies. Si les nanotechnologies permettent par une main bionique, un exo-squelette, une prothèse sophistiquée de restaurer la vie sociale du patient en lui permettant de retrouver une existence quasi normale, une activité professionnelle, elles peuvent être évaluées positivement. Si elles permettent de soigner un cancer en diminuant considérablement les effets secondaires indésirables des chimiothérapies actuelles et si l'évaluation selon l'axiologie bénéfices/risques est posée en particulier pour la toxicologie, il n'y a pas de raison de s'opposer à ces nouvelles thérapies. La diminution des effets secondaires peut permettre un retour plus rapide à une vie familiale, amicale et professionnelle. Ces exemples



restent dans le cadre strictement médical de restauration d'un état de santé « normal » et de restauration de facultés « naturelles ».

Lorsqu'il s'agit d'envisager une amélioration ou une augmentation des capacités humaines, la notion de responsabilité du patient dans sa liberté d'envisager et d'accepter telle ou telle intervention sur son propre corps doit être attentivement examinée. La Règle d'or pourrait être alors formulée de la façon suivante : « Ce que vous faites subir comme transformation à votre corps, voudriez-vous le faire subir à d'autres ? ». Toute une série de questions devraient être posées avant toutes demandes de modifications amélioratives du corps. Elles pourraient éventuellement contribuer à l'élaboration d'une grille de critères pour l'élaboration d'une éthique théologique. Cette grille pourrait articuler d'une manière réciproque le souci du corps de l'autre et le souci de notre propre corps, le respect pour autrui et notre propre respect, la responsabilité vis-à-vis des autres et vis-à-vis de nous-mêmes. Voici quelques exemples de question :

- 1) Ce que mon corps subit, est-ce que je le souhaiterais à une autre personne ?
- 2) Quelle est l'utilité d'une amélioration voire d'une augmentation pour moi-même ?
- 3) Dans quelle mesure cette amélioration, cette augmentation modifie-t-elle mon rapport aux autres ?
- 3) Dans quelle mesure cette amélioration modifie-t-elle mon intégration sociale et professionnelle ?
- 4) Si je suis l'objet d'une amélioration ou d'une augmentation, quel regard vais-je dorénavant avoir sur les personnes non améliorées, non augmentées ?
- 5) Comment vais-je désormais me percevoir, me comprendre, m'accepter ?
- 6) Comment vais-je accepter le nouveau regard des autres sur moi ?

Ces questions s'articulent à la Règle d'or mais avec l'adjonction de l'idée de respect de son propre corps. Il nous semble que dans notre société actuelle, il est nécessaire d'articuler dans la réflexion le souci de soi avec le souci de l'autre dans une interaction fructueuse.

Ce souci de soi ne nous semble pas en contradiction avec la justification par la foi seule de Luther. En effet, la théologie de Luther s'articule autour de l'idée maîtresse de justification par la foi seule. De cette affirmation, il élabore sa conception du rapport de l'homme à Dieu, de l'homme face à l'Eglise et au pouvoir temporel, et – ce qui nous



intéresse ici – de l’homme face au prochain. Par foi, il entend une rencontre existentielle entre Dieu et l’être humain : l’être humain accepte de s’en remettre à un Autre et de lui faire confiance. Il se réfère à la notion de *πιστις* (« pistis ») chez Paul. Il affirme également que Dieu justifie l’être humain gratuitement, indépendamment de ses actes et de ses qualités (on se situe au niveau de l’être) et non pas en fonction de ce qu’il a fait (on se situe au niveau de l’avoir ou du faire). Le fait d’être justifié permet à l’être humain d’être délivré du souci de soi-même et de pouvoir ainsi se tourner vers les autres. Il faut bien évidemment replacer la pensée de Luther dans le contexte du 16<sup>e</sup> siècle : l’opposition entre la foi et les oeuvres et la polémique sur le trafic des indulgences pour obtenir le salut.

Dans l’affirmation de la justification par la foi seule, Luther paraît de prime abord minimiser l’amour de soi ou le souci de soi par rapport au souci de l’autre. Cependant, si nous nous écartons de la seule idée de salut et si nous tentons de transposer sa pensée à notre époque, nous pourrions affirmer que c’est justement parce que l’être humain se sait justifié indépendamment de ses actes qu’il peut *aussi* s’accepter tel qu’il est, qu’il peut *aussi* accepter son corps avec ses défauts et ses qualités, qu’il peut *aussi* avoir une bonne estime de soi. Il peut ainsi accepter ce qu’il est et ne pas se focaliser sur ce qu’il n’a pas. Il peut ainsi prendre du recul et tenter d’analyser les raisons qui le pousseraient à ne pas s’accepter tel qu’il est et à vouloir améliorer ou augmenter ses capacités physiques. L’affirmation de Luther paraît finalement une aide pour analyser la problématique de la relation que l’être humain entretient actuellement avec son propre corps et avec l’autre dans notre société occidentale contemporaine.

Si la Règle d’or appelle à un décentrement progressif de l’être humain vers l’autre, la justification par la foi seule permet également ce décentrement tout en articulant souci de l’autre et souci de soi. Ces deux affirmations peuvent être les deux « piliers » d’une éthique théologique concernant les nanotechnologies appliquées à la médecine mais aussi dans l’éventualité d’une amélioration du corps humain. Cette grille doit s’articuler avec la figure N°1 intitulée « Réflexion éthique sur les nanotechnologies » et avec la figure N°2 intitulée « Objet éthique à large spectre » que nous avons élaborées au début de ce travail (2<sup>e</sup> partie, chapitre I, 1.3).

**Figure 33 : Grille de critères pour une éthique théologique**

Grille de critères pour l'élaboration d'une éthique théologique concernant les nanotechnologies et l'éventualité du « <i>Human Enhancement</i> »
VULNERABILITE
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vulnérabilité anthropologique</li> <li>- vulnérabilité corporelle</li> <li>- vulnérabilité relationnelle et sociale</li> <li>- vulnérabilité car nous sommes des « êtres de besoin »</li> </ul>
<p>REGLE D'OR (réciprocité, identification à l'autre, équité)</p> <p>JUSTIFICATION PAR LA FOI SEULE (déculpabilisation, acceptation, intérêt pour l'autre)</p>
Souci du corps de l'autre ↔ Souci de mon propre corps
<p>Respect pour autrui ↔ Respect de soi</p> <p>Acceptation d'autrui parce qu'il est justifié ↔ Acceptation de soi parce que je suis justifié</p>
Responsabilité vis-à-vis de l'autre ↔ Responsabilité vis-à-vis de moi-même
Liberté et autonomie de l'autre ↔ Liberté et autonomie de moi-même
<p>Qualité du lien social pour le patient soigné par les nanotechnologies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintien du lien social ou destruction du lien social</li> <li>- Restauration du lien social ou altération du lien social</li> </ul>
<p>Protection du plus faible ↔ Protection de moi-même</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- par rapport aux actes de la médecine technicienne</li> <li>- par rapport à la médecine « participative » : les citoyens testent des nano-médicaments</li> <li>- par rapport aux impératifs sociaux-économiques (performance, rentabilité, « jeunisme »)</li> </ul>

Ces critères d'évaluation théologique replacent l'être humain au cœur de nos préoccupations tant dans sa relation à son corps que dans sa relation aux autres. Ces critères peuvent permettre de réfléchir sur l'évolution de l'emprise de la science et de la technique dans la société contemporaine, sur l'utilisation des nanotechnologies en médecine, sur l'analyse des critères entre soigner, améliorer, augmenter et d'éviter d'accepter sans aucun recul que « Le nécessaire, qui dérive vers l'inéluctable, devienne l'objet de l'impératif »<sup>338</sup>.

---

<sup>338</sup> Selon l'expression de Pierre-André Taguieff, *La bioéthique ou le juste milieu. Une quête de sens à l'âge du nihilisme technicien*, Paris, Fayard, 2007, p. 292.

## CONCLUSION

Après une présentation des avancées scientifiques des nanotechnologies appliquées à la médecine, nous avons constaté que la définition des nanotechnologies était délicate et qu'il n'y avait pas de consensus de la part des scientifiques. Cet état de fait impliquait une délimitation problématique de l'objet éthique et avait pour conséquence une définition complexe du champ de l'éthique. Nous avons soutenu la nécessité d'élaborer une nano-éthique qui devait être, à notre avis, une éthique à la fois systémique, dialogique et contextuelle avec l'important ajout de la dimension temporelle. Cette proposition de réflexion éthique nous a semblé pertinente pour élaborer une nano-éthique appliquée à la médecine. Nous nous sommes appuyés sur l'exemple concret et d'actualité pendant la rédaction de ce travail, à savoir : le débat public français sur les nanotechnologies pour démontrer la difficulté d'une réflexion citoyenne à ce sujet. Nous avons également constaté que cette difficulté provenait en particulier de l'entrecroisement de plusieurs discours sur les nanotechnologies : un discours de la promesse entremêlé à des enjeux économiques et géopolitiques, un discours flou entre soigner, améliorer et augmenter en ce qui concerne les nanotechnologies appliquées à la médecine. L'attention a été attirée sur le fait d'être particulièrement attentif aux frontières de l'agir médical face au discours transhumaniste.

Nous avons ensuite examiné d'un point de vue psychanalytique le discours transhumaniste sur les nanotechnologies ainsi que sur l'idée sous-jacente de *Human Enhancement*. Ce discours paraissait avoir les caractéristiques d'une pensée magique qui induisait une volonté de toute puissance sur le corps et un refus tenace du manque. Ce refus du manque pouvait amener à une mort du désir et à une mort lente du sujet. Nous avons émis les hypothèses suivantes : ce discours véhiculait un rapport à la mort et à la castration problématique illustré par un déni (de réalité) de la castration et par une maltraitance de l'inscription du sujet dans le temps. Nous nous sommes ensuite penchés sur la maltraitance actuelle du corps dans ces différentes dimensions : tour à tour corps objet, corps dopé, corps drogué, corps « amélioré », corps « augmenté » et corps transparent. Nous sommes arrivés à l'hypothèse que, avec ce discours transhumaniste sur les nanotechnologies appliquées à la médecine, nous avons peut-être affaire à une forte volonté de toute puissance et de toute jouissance associée à la transgression des limites. Cette transgression des limites si prégnante dans ce discours était en interaction avec notre société contemporaine caractérisée par un marquage

social par la science et par le développement de la techno-science et de la médecine technique, mais aussi par un marquage social par l'économie basée sur la rentabilité, la performance, le surpassement. Cette transgression des limites et le déni (de réalité) de la castration pouvaient amener vers une forme de perversion.

D'un point de vue théologique, nous avons opté pour un dialogue de connexion entre science et théologie. Il nous semblait qu'une tension fructueuse entre le discours scientifique et le discours théologique pouvait être envisagée. Le discours théologique permettait une mise à distance, une décentration dans notre compréhension du monde. Il continuait de proposer une relation triangulaire et d'accorder une place au tiers alors que le discours scientifique en restait à une relation binaire. Avec l'idée de don gratuit de la vie, le discours théologique permettait un ré-enchantement du monde face à une société de plus en plus technicisée. Il permettait également une mise à distance par rapport à une attitude d'idolâtrie face à l'objet technique et nanotechnologique et par rapport à une dictature du voir et de l'image. Le choix des textes bibliques d'Exode 32,1-6 (le veau d'or), de Jean 20,1-2 et 11-18 (Marie de Magdala), de Jean 20,24-29 (Thomas et le ressuscité) a permis d'illustrer cette mise à distance nécessaire par rapport à ce qui arrive à l'être humain contemporain.

Dans l'objectif de l'élaboration d'une éthique théologique en lien avec les nanotechnologies, la notion de vulnérabilité a été mise au centre de la réflexion. L'angle d'approche en était une éthique pour l'être humain. Les critères retenus ont été le souci du corps, le respect d'autrui, la responsabilité, la protection du plus faible. Nous y avons ajouté la qualité du lien social maintenu ou restauré. Enfin, il nous a semblé que la Règle d'or et la justification par la foi seule de Luther, dans leur dimension d'acceptation de l'autre et de soi-même, pouvaient être les deux piliers d'une éthique théologique en lien avec les nanotechnologies.

A l'issue de ce travail, nous aimerions brosser un tableau élargi par rapport à notre propos et attirer l'attention sur un certain nombre de contradictions de notre époque contemporaine qui ne facilitent pas la clarté du discours sur les nanotechnologies. Nous aimerions déplacer le point de vue et l'orienter davantage vers l'aspect économique de la question. L'élaboration d'une nano-éthique ne peut passer outre les enjeux économiques. Le discours sur les nanotechnologies est donc à plusieurs facettes et il émerge dans une société capitaliste complexe et en pleine mutation. Tout d'abord, la

temporalité est mise à mal et nous avons pu constater qu'il existe des vitesses différentes et antagonistes entre le temps scientifique, le temps économique, le temps juridique, le temps de la réflexion éthique. La réintroduction du temps a été proposée dans le cadre d'une réflexion éthique sur les nanotechnologies quand bien même l'urgence économique biaise souvent non seulement toute réflexion mais aussi l'utilisation du principe de précaution. Cette notion de temporalité est l'arrière-plan de la situation actuelle.

Le discours de la promesse économique sous-tend la volonté de faire accepter les nanomatériaux, les nano-objets et leurs applications dans tous les domaines. Nous avons pu constater selon certains auteurs – en référence en particulier à l'analyse de Bernadette Bensaude-Vincent en amont et en aval du débat public français sur les nanotechnologies – que la nano-médecine pouvait jouer le rôle de « cheval de Troie » dans l'acceptation des nanotechnologies par le grand public. Le discours des laboratoires pharmaceutiques ou des ouvrages de vulgarisation du CNRS ne sont pas exempts de ce discours de la promesse. Ce dernier accompagne d'ailleurs bien souvent toutes innovations médicales ou thérapeutiques. Actuellement, les techniques de « rajeunissement » sont présentées de façon similaire. Concomitamment, ce discours de la promesse économique est associé à un discours anxigène se référant à la course économique qu'il ne faut pas perdre, au train de la croissance qu'il ne faut pas rater, aux budgets qu'il faut obtenir pour les recherches sur les nanotechnologies. Nous constatons donc un curieux mélange entre un discours de la promesse qui peut aller jusqu'à faire appel à l'imaginaire et un discours économique anxigène qui prend sa source dans une analyse très concrète et réaliste des impératifs de croissance économique. La réflexion éthique sur les nanotechnologies peut être impactée par cette contradiction et doit tenir compte de l'aspect économique de la question. Cet aspect mériterait d'être exploré plus en profondeur.

Toujours d'un point de vue économique, nous relevons une deuxième contradiction en marge de notre propos car elle concerne une autre application des nanotechnologies hors celui de la médecine, à savoir un autre type de discours que nous appellerons un discours de la promesse écologique. Nous pouvons nous poser la question de savoir si l'écologie n'est pas quelque peu instrumentalisée pour faire accepter l'essor des nanotechnologies. La question serait à examiner à l'avenir. Les nanotechnologies peuvent contribuer à l'effort actuel d'économie d'énergie et de diminution des sources

de pollution classique des énergies fossiles (gaz, pétrole, gaz de schiste) par la mise au point, par exemple, de nouveaux panneaux photovoltaïques plus performants et moins coûteux qui produiraient une source d'énergie propre. En même temps, nous avons pu constater que les budgets alloués à la toxicologie et à la métrologie sur les risques des nanoparticules étaient encore assez faibles en France. Les premières conclusions de toxicologie de l'ANSES sont parues le 15 mai 2014 et concluent à une toxicité de certains nanomatériaux (en particulier les nanotubes de carbone) dans des produits de la vie courante. De même, un article de l'*American Journal of Industrial Medicine* dénonce le 8 mai 2014 les effets délétères des nanoparticules chez une salariée amenée à manipuler sans masque des nanoparticules de nickel dans le cadre de son poste de travail.<sup>339</sup>

Une troisième contradiction peut être relevée dans le domaine sociologique français : les nanotechnologies s'inscrivent souvent dans un discours à connotation scientiste du progrès technique par la science. Dans cette dérive scientiste, la science court le risque d'être instrumentalisée par la techno-science et l'économie. Dans un même temps et depuis la première et surtout la seconde guerre mondiale, une méfiance postmoderne vis-à-vis de la science est également apparue qui s'illustre parfois par le discrédit des experts et des agences de normalisation. Or, c'est précisément grâce au travail de ces experts et des agences de normalisation que certains dangers pourraient être écartés en particulier dans le domaine de la toxicologie.

En ce qui concerne le domaine médical, nous avons attiré l'attention sur un discours de la promesse de guérison grâce à la nano-médecine en particulier en oncologie, dans le domaine des prothèses, également à plus long terme dans le domaine des maladies génétiques. Ces recherches demandent des budgets conséquents et parallèlement une politique d'économie drastique dans les hôpitaux est mise en place. Le redressement des comptes de la sécurité sociale est un sujet récurrent du discours politique. Une contradiction d'ordre économique apparaît à nouveau. L'idée de l'émergence d'une médecine à deux vitesses ne peut être écartée avec l'avènement d'une nano-médecine réservée à certaines catégories aisées de la population. L'accès à la nano-médecine sera à inclure dans l'élaboration d'une nano-éthique dans le cadre d'une réflexion sur la justice sociale et l'accès aux soins pour tous.

---

<sup>339</sup> Pierre LE HIR, Article « Alerte sur la toxicité de certains nanomatériaux », Le Monde, vendredi 16 mai 2014, p.10.

La nano-médecine contient la promesse d'un meilleur vieillissement. Ce discours atteint son développement extrême dans les propos du courant transhumaniste comme nous l'avons évoqué. L'*Human Enhancement* (l'amélioration / l'augmentation humaine) est une problématique actuellement débattue en France. Les nanotechnologies apparaissent comme une des possibilités techniques de cette augmentation. Parallèlement, le traitement des personnes âgées dans notre société pose question. Elles sont parfois considérées comme un poids financier pour les comptes de la sécurité sociale et du système de retraite par répartition. L'augmentation de l'espérance de vie est jugée à l'aune des impératifs économiques. Il semble cependant, dans notre société en constante mutation, que ce jugement assez négatif soit en passe d'être modifié par l'apparition de nouvelles perspectives économiques liées à cette catégorie de la population. En effet, d'un point de vue économique les « seniors » commencent à être considérés comme une manne financière. L'émergence de la « Silver économie » crée de nouveaux débouchés économiques : des start-up se lancent dans la fabrication de produits pour le confort et le bien vieillir (produits ergonomiques, téléalarme et télésurveillance, prestations touristiques adaptées, économie du bien-être : cure, thalassothérapie, centres sportifs, complexes résidentiels adaptés et réservés aux seniors). Refus du vieillissement et acceptation du vieillissement dans une logique de diminution de ses effets s'entrecroisent curieusement car le vieillissement des populations dans les pays occidentaux est en train de devenir un enjeu économique et une source de richesse. Les seniors entrent de plein pied dans le système économique d'autant que les populations appartenant au 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> âge ont généralement un bon pouvoir d'achat. La nano-éthique devra étudier l'utilisation des nanotechnologies dans un discours à visée marketing ainsi que l'impact induit dans la compréhension (acceptation ou refus) du vieillissement dans notre société.

Il semble que des avancées dans la réflexion éthique aient eu lieu grâce à l'émergence des nanotechnologies mais il convient également de les nuancer. Premièrement, les instances politiques semblent de bonne volonté apparente en ayant organisé un débat public et en réfléchissant à des démarches de précaution. Cependant, nous avons constaté le relatif échec de ce débat public et le risque, en parlant simplement de « démarches de précaution », de vider de sa substance le principe de précaution au sens qu'en avait donné Hans Jonas.



Deuxièmement, nous avons constaté une prise en compte et des encouragements à développer les recherches en sciences humaines sur les nanotechnologies. Le début d'un dialogue entre sciences dites « dures » et sciences humaines s'est instauré. Il faudra cependant veiller à ce que les résultats de ces recherches en sciences humaines ne se réduisent pas à être simplement « au service » des scientifiques. Autrement dit, il faudra éviter une certaine instrumentalisation des sciences humaines et leur assurer une véritable place dans les débats à venir.

Troisièmement, la réflexion éthique sollicitée par le moyen de la création de comité d'éthique dans les organismes de recherche, comme par exemple au CNRS, est une avancée positive. Cependant une nano-éthique deviendrait problématique si elle s'inscrivait de façon plus ou moins inavouée dans un but économique et dans une optique d'acceptabilité sociale. Nous rappelons la réflexion de Bernadette Bensaude-Vincent dès 2010 : « Si les recherches "en nano-éthique" trouvent incontestablement leur origine dans un souci d'acceptabilité sociale plutôt que de réflexion morale, est-il encore légitime de parler d'éthique ? ». <sup>340</sup>

Toujours en lien avec l'économie mais dans le domaine de la psychanalyse et dans le but d'avoir un état des lieux plus complet au sujet du discours sur les nanotechnologies : il pourrait être intéressant, à notre avis, d'articuler l'idée actuellement prégnante de transgression des limites avec le déni (de réalité) de la castration (cf 3<sup>e</sup> partie, chapitre I, 4.3 de ce travail) et la thèse développée par Marie-Jean Sauret. Sa thèse <sup>341</sup> consiste à affirmer que le capitalisme, dans lequel nous vivons, revient à la forclusion de la castration et que « notre contemporain est issu de l'humiliation du père ».

D'un point de vue strictement psychanalytique, il peut être également intéressant de confronter une des notions les plus importantes découvertes par Freud, à savoir la notion d'inconscient dans sa dimension de non-maîtrise des désirs et des pulsions de notre corps, et le discours transhumaniste de toute maîtrise et de toute puissance sur le corps. Ce discours ne nie-t-il pas purement et simplement l'apport de la psychanalyse dans notre compréhension du psychisme humain ? Deux autres problématiques pourraient être examinées : premièrement, il faudra mesurer l'impact d'une nano-

---

<sup>340</sup> BENSAUDE-VINCENT Bernadette, NUROCK Vanessa, « Ethique des nanotechnologies » in HIRSCH Emmanuel (dir.), *Traité de bioéthique, I Fondements, principes, repères*, Toulouse, Editions Erès, 2010, p. 357.

<sup>341</sup> SAURET Jean-Marie, *Malaise dans le capitalisme*, Toulouse, Presse Universitaire du Mirail (PUM), coll. Psychanalyse &, 2009.

médecine personnalisée de dépistage sur la représentation que le patient se fait de sa propre vie. La nano-médecine ne doit pas s'apparenter à une médecine « prédictive » qui phagocyterait l'avenir du patient, qui orienterait sa façon de voir son avenir et serait synonyme d'une fermeture de tout possible. Deuxièmement, en lien avec le discours utopique des transhumanistes qui s'illustrent par cette tentation de renoncer à leur condition humaine : le rêve prométhéen de dépassement des limites qui surfe également sur le mythe de l'éternelle jeunesse n'induirait-il pas une réactivation des peurs humaines fondamentales au sujet du vieillissement, de la mort, de l'inéluctable finitude dans une société occidentale aux accents déjà largement mortifères ?

Enfin, dans le cadre d'une réflexion d'éthique théologique : il nous semblerait utile d'articuler davantage une éthique théologique avec l'éthique du *care* dans le cadre des nanotechnologies appliquées à la médecine. Alors que la médecine se technicise de plus en plus, l'éthique du *care* pourrait occuper une place plus importante afin d'aider le patient à supporter tous les actes techniques de soins. Vu sous cet angle, l'éthique théologique pourrait sans cesse veiller à remettre l'être humain au centre des préoccupations dans un monde toujours plus robotisé.

Il serait également souhaitable de penser à la place et au nouveau statut de l'être humain dans une société régie par des robots dont l'élaboration fait appel à certaines applications des nanotechnologies. Il faudrait mener une réflexion sur le devenir des relations humaines intersubjectives, sur le nouveau regard alors porté sur la personne « gardée » par des machines et non plus par des auxiliaires de vie dans un but d'économie en personnel et en moyen, sur le remplacement des animaux de compagnie par des robots. Alors même que la personne gagnerait ou retrouverait une certaine autonomie dans sa vie quotidienne mais parlerait à un robot, des conséquences sur la qualité du lien social seraient prévisibles et à analyser. L'articulation entre autonomie et lien social serait à repenser.

Ce sont donc autant de nouvelles pistes de réflexion qu'induit le développement des nanotechnologies appliquées à la médecine et dont une réflexion éthique peut se saisir. Actuellement, selon la définition plus ou moins large que l'on adopte de la nano-médecine, elle représente entre 1 % et 3 % de la pratique médicale. Il n'est donc pas trop tard pour réfléchir aux usages de cette médecine, bien au contraire il s'agit des prémices.

• **ANNEXE N°1 : Charte éthique de l'ingénieur.**

## **Charte d'éthique de l'Ingénieur**

### **L'ingénieur dans la société**

- L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine ; il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun.
- L'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la Société.
- L'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement.
- L'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de "développement durable".

### **L'ingénieur et ses compétences**

- L'ingénieur est source d'innovation et moteur de progrès.
- L'ingénieur est objectif et méthodique dans sa démarche et dans ses jugements. Il s'attache à expliquer les fondements de ses décisions.
- L'ingénieur met régulièrement à jour ses connaissances et ses compétences en fonction de l'évolution des sciences et des techniques.
- L'ingénieur est à l'écoute de ses partenaires; il est ouvert aux autres disciplines.
- L'ingénieur sait admettre ses erreurs, en tenir compte et en tirer des leçons pour l'avenir.

### **L'ingénieur et son métier**

- L'ingénieur utilise pleinement ses compétences, tout en ayant conscience de leurs limites.
- L'ingénieur respecte loyalement la culture et les valeurs de l'entreprise et celles de ses partenaires et de ses clients. Il ne saurait agir contrairement à sa conscience professionnelle. Le cas échéant, il tire les conséquences des incompatibilités qui pourraient apparaître.
- L'ingénieur respecte les opinions de ses partenaires professionnels. Il est ouvert et disponible dans les confrontations qui en découlent.
- L'ingénieur se comporte vis-à-vis de ses collaborateurs avec loyauté et équité sans aucune discrimination. Il les encourage à développer leurs compétences et les aide à s'épanouir dans leur métier.

### **L'ingénieur et ses missions**

- L'ingénieur cherche à atteindre le meilleur résultat en utilisant au mieux les moyens dont il dispose et en intégrant les dimensions humaine, économique, financière, sociale et environnementale.
- L'ingénieur prend en compte toutes les contraintes que lui imposent ses missions, et respecte particulièrement celles qui relèvent de la santé, de la sécurité et de l'environnement.

- L'ingénieur intègre dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toute nature sur les personnes et sur les biens. Il anticipe les risques et les aléas; il s'efforce d'en tirer parti et d'en éliminer les effets négatifs.
- L'ingénieur est rigoureux dans l'analyse, la méthode de traitement, la prise de décision et le choix de la solution.
- L'ingénieur, face à une situation imprévue, prend sans attendre les initiatives permettant d'y faire face dans les meilleures conditions, et en informe à bon escient les personnes appropriées.

CNISF, 7 rue Lammenais, 75008 PARIS, tel. 01 44 13 66 88 ; site : [www.cnisf.org](http://www.cnisf.org).

. ANNEXE N° 2 : Bilan de la CNDP du débat public.





Le 23 février 2009, les pouvoirs publics ont saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) d'une demande d'organisation d'un débat public sur des options générales en matière de développement et de régulation des nanotechnologies. Ce débat répondait à un engagement du Grenelle de l'environnement, repris dans la loi de programmation relative à sa mise en œuvre<sup>1</sup>.

Les sept ministres cosignataires de la saisine, respectivement chargés de l'écologie et du développement durable, de l'économie et de l'industrie, du travail, de l'agriculture, de la recherche, de la défense et de la santé, constituaient ensemble le maître d'ouvrage du débat.

Pour les pouvoirs publics, ce débat était destiné à dégager les pistes appropriées à un développement responsable et sécurisé des nanotechnologies et à répondre aux interrogations des diverses parties prenantes, opérateurs et citoyens, sur leur usages et conséquences. L'Etat attendait qu'il permette, à partir d'une analyse bénéfices/risques, notamment sanitaires et environnementaux, des différentes applications, d'éclairer les orientations qu'il sera conduit à fixer à l'échelle nationale dans les domaines suivants : modalités de soutien à la recherche et aux innovations en matière de nanotechnologies, caractérisation de l'exposition et évaluation de la toxicité, information et protection des travailleurs et des consommateurs, organisation du contrôle et du suivi et gouvernance. Le public était ainsi appelé à participer au processus d'élaboration des décisions correspondantes.

Le 4 mars 2009, la CNDP a décidé d'organiser elle-même ce débat et d'en confier l'animation à une commission particulière du débat public (CPDP), présidée par M. Jean Bergougnoux. Sur proposition de ce dernier, elle a nommé les autres membres de la Commission particulière : Mme Galiène Cohu, Mme Isabelle Jarry, Mme Marie Pittet, M. Jacques Arnould, M. Jean-Pierre Chaussade et M. Patrick Legrand.

## La préparation du débat

### Une large couverture du territoire national

Dès sa constitution, la CPDP s'est attachée à rencontrer les acteurs concernés et à recenser avec eux les principaux sujets à approfondir. Si les nanotechnologies avaient déjà fait l'objet de différents forums, tables rondes, expositions ou discussions publiques<sup>2</sup>, force était de constater, probablement en raison d'une insuffisante médiatisation, que le public dans son ensemble ignorait ces technologies, leurs applications et les questions qu'elles soulèvent.

Aussi la CPDP a-t-elle décidé d'aller vers le public, dans 17 villes où sont déjà implantés des sites industriels pour la fabrication de nanoproduits ou des laboratoires de recherche sur les nanosciences ou les nanotechnologies. Chaque ordre du jour combinait tout à la fois des sujets techniques en lien avec les activités locales et une thématique générale. Cette approche territoriale, si elle favorisait l'information du public sur la situation du développement des nanotechnologies dans sa région, a rendu cependant difficile la saisine par le grand public de l'ensemble des thématiques générales, traitées successivement d'une ville à l'autre.

1. L'article 42 de la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 dispose : « L'utilisation des substances à l'état nanoparticulaire ou de matériaux contenant des nanoparticules fera l'objet d'un débat public organisé sur le plan national avant fin 2009. L'Etat se donne pour objectif que, dans un délai de deux ans qui suit la promulgation de la présente loi, la fabrication, l'importation ou la mise sur le marché de substances à l'état nanoparticulaire ou des matériaux destinés à rejeter de telles substances, dans des conditions normales ou raisonnables prévisibles d'utilisation, fassent l'objet d'une déclaration obligatoire, relative notamment aux quantités ou aux usages, à l'autorité administrative ainsi qu'une information du public et des risques et des bénéfices liés à ces substances et produits sera élaborée. L'Etat veillera à ce que l'information due aux salariés par les employeurs soit améliorée sur les risques et les mesures à prendre pour assurer leur protection ».

2. Notamment le Nanoforum du Centre National des Arts et Métiers (CNAM), des tables rondes et une exposition organisées par la Cité des Sciences et de l'Industrie ou une conférence de citoyens à l'initiative du Conseil régional d'Ile-de-France.



Pour préparer le débat, la Commission particulière s'est entourée d'un groupe d'experts en vue d'appréhender les différentes questions scientifiques susceptibles d'être posées et a réuni 15 personnes, choisies par l'IFOP, pour mieux cerner les interrogations et réactions pouvant être développées par le public.

### Une information aussi complète que possible

La Commission s'est attachée par ailleurs à suivre la préparation du dossier de présentation du débat proposé par les pouvoirs publics, constitué de quatre parties :

- un état des lieux mettant en lumière les applications concrètes ou potentielles des nanotechnologies, ainsi que les risques qu'elles pourraient présenter pour la santé et l'environnement ;
- une présentation des enjeux sociaux et éthiques ;
- les conditions d'un développement maîtrisé des nanotechnologies et notamment les questions de gouvernance et de régulation ;
- les perspectives envisageables en vue d'un développement responsable des nanotechnologies.

Toutes ces questions ont été reprises à l'occasion du débat. Il n'en manquait qu'une, l'opportunité, question centrale d'un débat public, ce que certains opposants n'ont pas omis de souligner.

Le 2 septembre 2009, la Commission nationale a considéré ce dossier comme suffisamment complet pour être soumis au débat public dont elle a arrêté le calendrier (du 15 octobre 2009 au 24 février 2010). L'organisation du débat fut présentée à la presse le 23 septembre 2009. A cette occasion, le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, s'est exprimé en ces termes : « Les nanotechnologies, c'est une révolution devant nous qui est majeure et je ne veux pas que cette révolution n'appartienne qu'aux experts. Le débat vise à associer les citoyens aux orientations fondamentales pour l'avenir de la société ». Le ton était donné.

Pour sa part, le Président de la CPDP se fixait quelques objectifs simples, en particulier 10 000 participants aux réunions publiques et plusieurs centaines de milliers de connexions sur le site Internet.

### Le déroulement du débat

Le débat, confronté à la montée en puissance de perturbations bruyantes, n'a pas eu le succès escompté, à l'exception des 51 cahiers d'acteurs. A sa clôture, on comptait 3216 participants aux réunions publiques, 75 contributions, 661 questions, 169 717 visites sur le site Internet. Quelles en sont les raisons ?

D'abord, l'amplitude du sujet. Le terme de nanotechnologie englobe une trop grande diversité de sujets et son sens n'apparaît pas clairement au public. Ce dernier largement ignorant de cette question, lorsqu'il a participé aux réunions publiques, est venu davantage s'informer que débattre. Il aurait fallu, si le temps n'avait été compté, lancer une campagne d'information préalable et sensibiliser nos concitoyens aux différentes problématiques soulevées afin de les inciter à participer au débat. Les communiqués de presse, affiches ou tracts de la CPDP n'ont visiblement pas suffi à les mobiliser.

La question de l'opportunité, ensuite. A quoi servent les nanotechnologies ? En avons-nous besoin ? Si les notions de l'utilité ou de la futilité des applications ont souvent été débattues, la question de la finalité globale n'a pas été vraiment approfondie. La position des pouvoirs publics



penchait clairement en faveur d'un développement responsable des nanotechnologies et excluait a priori tout arrêt ou moratoire. Alors, pour certains, quel pouvait être l'intérêt du débat, s'il ne portait d'abord sur le questionnement de la société face au progrès et le rapport entre science et société ?

L'aspect hautement scientifique des thèmes abordés, également. Ce n'est pas la première fois qu'il nous est donné de le constater, nous connaissons en France un véritable problème de communication de la science. Les scientifiques sont parfois trop éloignés des problèmes philosophiques que soulèvent leurs propres recherches. Le choix des intervenants sollicités par la CPDP pour intervenir en tribune lors des réunions publiques a d'ailleurs peut-être accentué cette difficulté. N'a-t-on pas entendu à Clermont-Ferrand une personne affirmer de la salle : « Pour faire un débat, nous n'avons pas besoin de nous adresser à des experts. Les nanotechnologies ne sont pas une affaire d'experts, mais une affaire sociale, politique » et une autre rajouter dans la foulée « philosophique » ?

La date et le moment du débat, aussi. Concomitant des débats sur l'identité nationale ou la burqa, le débat sur les nanotechnologies a peine à faire entendre sa voix bien que la presse s'y soit intéressée sur la forme et sur le fond<sup>3</sup>, lorsqu'il fut empêché ou entravé. Par ailleurs, pour certains acteurs, le débat venait trop tard du fait que des centaines de produits sont déjà sur le marché en l'absence de toute réglementation adéquate et que le financement public de la recherche est d'ores et déjà décidé et mis en place.

L'opposition au débat, surtout. L'opposition radicale à la tenue même du débat, qui avait été initialement sous-estimée, a contribué à donner une image profondément déformée du débat public. Il a été sans doute difficile au public de se mobiliser pour participer à des réunions qui avaient certaines chances d'être entravées. Ont été particulièrement perturbées celles de Lille, Grenoble, Rennes, Lyon et Marseille. Celles d'Orsay, Montpellier et Nantes ont été annulées et remplacées par des débats sur Internet. Cette solution de repli a fait l'objet de critiques, notamment de la part des médias qui considéraient qu'elle ne valait pas débat public.

Des associations très présentes dans le débat, souvent parmi les panélistes, telles que Consommation Logement et Cadre de vie (CLCV), l'association FO consommateurs, France Nature Environnement et les organisations syndicales se sont élevées, parfois très vigoureusement, aux côtés d'une partie du public, contre ces perturbations. Lorsqu'elles figuraient au nombre des panélistes, elles sont restées dans le débat même en situation perturbée, assurant ainsi un équilibre des opinions auquel la CPDP s'est efforcée de veiller de manière constante. A cet égard, on ne peut que regretter que l'association des Amis de la Terre, qui avait produit un cahier d'acteur et participé activement au début du débat, ait décidé de s'en retirer au motif que les conditions d'un débat public n'étaient pas réunies.

## Lutter contre les nanotechnologies = lutter contre le débat ?

Les opposants ont justifié leur position en arguant que le débat public ne servait à rien puisque les décisions publiques étaient déjà prises et continuaient à l'être pendant le débat et qu'il avait été lancé dans un seul objectif, celui d'assurer la promotion des nanotechnologies. A l'évidence, l'annonce par le maître d'ouvrage de décisions en cours de débat, laissant penser par là-même qu'il ne lui accordait qu'une importance relative – sentiment d'autant plus regrettable que le débat était organisé à sa demande – a profondément handicapé le travail de la commission particulière.

3. A la clôture du débat, on comptait 1 115 retombées média, dont 515 dans la presse écrite, 130 sur les chaînes de télévision ou les stations radio, 470 sur le web.



Certes, ce n'est pas la première fois qu'un débat public connaît des perturbations et entraves entraînant la levée précoce ou l'annulation d'une réunion publique. Dans le cas présent l'opposition à la tenue même du débat a conduit la Commission nationale à trouver d'autres modalités d'organisation, par le biais d'Internet, afin de permettre à tous ceux qui souhaitent s'exprimer de le faire. Mais on doit cependant reconnaître que cette solution a prêté le flanc à une critique fréquemment émise et reprise par la presse : « on a inventé le débat public sans public », « le débat virtuel ».

Même si l'expérience montre que la confrontation d'arguments est difficile à organiser, rien ne justifie une contestation qui empêche le dialogue. On peut se demander si scander « le débat on s'en fout, on ne veut pas de nanos du tout » est suffisant, si affirmer que « participer, c'est accepter » justifie que l'on bafoue la liberté d'expression. Au moins, et ce n'est pas son moindre paradoxe, la perturbation aura-t-elle attiré l'attention d'une sphère médiatique que le débat public n'aurait sans cela peut-être pas passionnée. Mais à l'opposé les media ont aussi donné un écho aux positions défendues par les opposants au débat.

## Qu'attend-on de positif des nanotechnologies ?

Selon le CNRS et le CEA, un des objectifs est de contribuer au développement d'une société économe en ressources naturelles et en énergie, porteuse d'une forte exigence de préservation de la santé et de l'environnement.

Dans le domaine médical, selon l'Inserm notamment, les nanotechnologies sont porteuses d'espoirs. Par exemple, elles permettraient, dans le domaine du médicament, d'amener directement le traitement sur leur cible, en particulier dans la thérapie du cancer. On peut par ailleurs envisager de soigner des maladies du cerveau grâce à la miniaturisation des électrodes en les implantant directement dans le système nerveux central.

Pour l'Académie de médecine, c'est dans la qualité du diagnostic et dans la puissance des traitements que les progrès apportés seraient les plus spectaculaires. Les techniques nanométriques permettraient un diagnostic rapide, fiable, ultrasensible et peu onéreux, fondé sur les données fournies par un ensemble de plus en plus spécialisé de biopuces et de marqueurs moléculaires. On commence à voir ainsi apparaître ce qui sera peut-être dans le futur, les supports d'une véritable médecine personnalisée, tenant de mieux en mieux compte des particularités de chaque individu.

Dans le contexte de crise économique, les nanotechnologies seraient pour les entreprises françaises et européennes une opportunité de conserver leur compétitivité. En effet, les perspectives économiques (un marché de 1 000 milliards de \$ en 2015), le rang actuel de la France dans le domaine de la recherche dans ce secteur (5<sup>e</sup> rang mondial) exigent pour certains que l'effort de recherche soit amplifié.

## Que craint-on de leur développement ?

Personne n'a nié que l'on ignore encore largement quels peuvent être les risques sanitaires, les impacts sur l'environnement ou les libertés individuelles ou les utilisations éventuelles dans le domaine de la sécurité, ce qui explique nombre des craintes exprimées en cours de débat. La question des risques a en réalité été omniprésente tout au long du débat. De plus, le caractère invisible des nano-objets ne fait que renforcer l'angoisse et la défiance que ces questions suscitent.



Dans le domaine médical, si il est possible de réparer le corps humain comme il a été dit, ne voudra-t-on pas un jour l'améliorer, le rendre plus performant, donnant corps aux critiques faisant état d'une dérive éventuelle vers le transhumanisme ? Mais, pour reprendre le cahier d'acteur des Amis de la Terre, les risques sanitaires et environnementaux ont jusqu'à présent été négligés, les études trop lacunaires sur des risques environnementaux pourtant avérés.

Se dirige-t-on vers des objets intelligents, évolution facilitée par la convergence des NBIC (nanotechnologie, biotechnologie, informatique et sciences cognitives) porteuse selon certains de risques majeurs ? Risque-t-on d'endommager l'ADN ? De son côté, l'Académie de médecine a notamment pointé deux problèmes. Le premier est lié à la définition biologique de chaque individu qui permettrait de le soigner au mieux. Mais il serait inadmissible que ces informations personnelles puissent être communiquées tant aux autorités de l'Etat qu'à l'ensemble des membres de la société. Par ailleurs est-il bon ou dangereux pour la santé d'un individu qu'il soit informé de ses propres caractéristiques biologiques ? Comment s'assurer que le développement de ces technologies ne se fera pas au prix d'une « hyper-traçabilité » des personnes et des objets, mettant en question la liberté d'aller et de venir et le droit à l'anonymat par le biais des RFID (Radio Frequency Identification) en pleine explosion<sup>4</sup> ?

De même, comment savoir, et ceci a été largement évoqué, si ce que l'on achète contient ou non des nanomatériaux alors que l'on découvre que plus d'un millier de produits (de cosmétologie ou d'emballage, des pneumatiques, des raquettes de tennis et même des chaussettes...) déjà sur le marché contiennent des nanomatériaux ? Et que devient le médicament après son administration, comment aborder la question du recyclage de ces substances et du traitement des déchets « nanotechnologiques » ?

Qui pilote les choix industriels s'est-on aussi demandé ? Comment les contrôler ? Quelle gouvernance et jusqu'où aller dans l'application du principe de précaution ? En résumé, « quelle société voulons-nous » a-t-on demandé en cours de débat ?

## Que leur reproche-t-on ?

Les reproches qui leur sont adressés sont nombreux et n'émanent pas exclusivement, et de loin, du seul cercle des opposants les plus radicaux. Si les professionnels recourant déjà aux nanomatériaux développent des discours qui se veulent plutôt rassurants (la fédération des entreprises de la beauté affirme par exemple dans son cahier d'acteur qu'elle est « pionnière de l'encadrement des nanomatériaux »), les chercheurs, scientifiques, associations de protection de l'environnement ou de consommateurs, les représentants d'agences d'évaluation ou de « comités d'éthique » avancent des arguments plus critiques, alertent sur la nécessité de procéder à une véritable analyse bénéfices/risques. Cependant, force est de reconnaître que l'on s'est souvent demandé si l'on n'a pas, jusqu'à présent, péché par manque d'information de la part de ces milieux. De ce fait, certains sont enclins à déplorer qu'« il est trop tard, tout est joué », que l'on a été mis devant le fait accompli.

Depuis quelques années en effet, le paysage s'est largement transformé (non seulement en France avec par exemple la création de Minatoc à Grenoble ou le lancement du plan Nano-INNOV, mais aussi à l'étranger) ce qui conduit certains à faire part d'un fort sentiment de suspicion en raison du silence de l'Etat ayant accompagné cette évolution.

<sup>4</sup> Une recherche « RFID » sur un moteur de recherche bien connu fournit près de 14 millions de réponses.



Pourtant, et j'avoue avoir été surpris de le constater, nombre d'organismes sont légitimement appelés à se prononcer sur cette question, ce qu'ils ont d'ailleurs fait : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET), INSERM, CNRS, Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS), AFNOR, CEA, INERIS, CNIL, INRA, INRIA, INC sans oublier les divers comités d'éthiques, services ministériels, centres de recherche et laboratoires universitaires, ... Si rien ou si peu n'a semblé audible ces dernières années, n'est-on pas fondé à poser la question de la coordination de leurs activités (même si le CNRS et le CEA affirment travailler en complémentarité) et de la portée de leurs avis ?

Par ailleurs, on souligne que l'on passe trop vite dans ce domaine de la connaissance aux applications sans se donner le temps de mesurer les risques. Ne faut-il pas laisser plus de temps au temps afin de disposer du recul nécessaire à l'évaluation des risques ? Et l'on invoque à l'occasion la nécessité de corriger le handicap majeur né de la faiblesse du potentiel français en matière d'études et de suivi toxicologique et écotoxicologique.

En outre, à l'échelle planétaire, le développement de ces technologies, souligne-t-on aussi, constituera à terme un facteur d'accroissement de l'écart entre pays de Nord et pays du Sud.

## Que propose-t-on ?

Les représentants de l'Etat l'ont rappelé à plusieurs reprises : ce débat marquait le souhait du gouvernement de promouvoir un développement économique et technologique qui tienne compte des préoccupations exprimées par la société française. Si certaines décisions ont déjà été prises, il reste beaucoup à décider. Le dossier d'initialisation du débat avait d'ailleurs proposé plusieurs pistes de travail. Le débat a-t-il contribué à les éclairer ?

Malgré les difficultés rencontrées lors de son déroulement, le débat a mis en exergue de très nombreuses propositions. Mais il faut bien reconnaître qu'elles ne présentent que peu de nouveauté par rapport à l'ensemble des contributions fournies dès le départ par les cahiers d'acteurs. Il est impossible dans ce bilan, forcément synthétique, de les reprendre in extenso ; on pourra se reporter au compte rendu de la CPDP afin d'en prendre connaissance de manière détaillée ; cependant il me paraît souhaitable d'en mentionner quelques unes qui, pour certaines recueillent sinon un consensus ou du moins un très large accord, et pour d'autres des avis mitigés.

## Connaître et mieux faire connaître

Le débat a mis en lumière un consensus sur la nécessité de procéder à un recensement de ces substances et à une information large, précise et continue. Information accessible par tous sur les caractéristiques et leurs conséquences éventuelles. Nul doute qu'une partie non négligeable des visites opérées sur le site Internet de la CPDP ont procédé du souhait d'un approfondissement des connaissances. Mais si le débat, relayé efficacement en la matière par la presse, a contribué à cet effort d'information, les choses ne peuvent évidemment en rester là. Les pouvoirs publics ne pourront éviter de mettre en œuvre les moyens nécessaires à l'acculturation de nos concitoyens. Les matières et déchets radioactifs font l'objet d'un inventaire national rendu public. Pourquoi ne pas procéder de la même manière, à l'image de ce que souhaite par exemple la CFTC ? Pourquoi pas, entre autres, un site nanotechnologie.fr comme le propose l'Etat pour donner accès à l'ensemble des ressources documentaires publiques et privées disponibles sur les nanotechnologies ?

On a dit oui lors du débat à la traçabilité des produits, afin de les connaître et d'être informés. L'évaluation et la maîtrise des risques reposent en premier lieu sur le recensement précis et



exhaustif des nanomatériaux existants. A ce titre, le renforcement de la transparence et de la traçabilité est un chantier prioritaire, afin que les nanomatériaux soient précisément décrits puis suivis à chaque étape de leur conception, production, commercialisation.

Pour France Nature Environnement, si la volonté n'est pas d'interdire ces produits, il convient que leur usage en soit clairement défini, précisément réglementé et que l'on évite de les utiliser sans le savoir sur toute la chaîne du cycle de vie. Comme le souhaite l'Institut de recherche en santé publique, ceci permettrait également d'identifier les entreprises concernées. Les pouvoirs publics ont rappelé à cette occasion que le Sénat a voté l'obligation, pour les industriels, de déclarer les nanoparticules.

On a dit oui aussi à un étiquetage qui contribuerait à la nécessaire information des consommateurs. Il conviendra d'en définir le champ d'application, les caractéristiques et les modalités afin d'assurer la clarté de l'information due en particulier aux consommateurs.

Il a aussi été proposé de créer des dispositifs de type CLIS (Commission locale d'information et de surveillance) ou CLIC (Comité local d'information et de concertation) sur les territoires et les sites industriels concernés par les nanotechnologies. Le dialogue entre science et société appelle un renforcement de l'information des citoyens. A ce propos, il a été regretté que le ministère de l'éducation nationale n'ait pas été signataire de la lettre de saisine tant il est apparu nécessaire que l'enseignement des sciences comprenne d'ores et déjà les nanosciences et leurs applications. La carence de la formation scientifique depuis le plus jeune âge et le besoin de formation des jeunes dans le domaine des technologies ont été soulignés.

### **Evaluer : amplifier la recherche pour mieux comparer bénéfices et risques**

On a souvent déploré lors du débat que 3 % seulement des budgets publics de recherche sur les nanotechnologies sont aujourd'hui consacrés aux études sur les risques, l'essentiel des financements allant au développement des produits. Il a été ainsi proposé d'amplifier les programmes de recherches fondamentales sur les actions biologiques des nano-objets, en fonction notamment de l'apparition éventuelle de constatations inquiétantes pour la santé publique.

Sur ce point, la réglementation européenne Reach constitue un progrès certain puisqu'elle exige des industries qu'elle fournissent les données de sûreté sanitaire et environnementale sur toutes les substances chimiques produites ou mises sur le marché à raison d'une tonne par an et qu'elle pose pour principe « pas de données, pas de marché ». En l'état actuel, les nanomatériaux échappent largement à cette procédure, parce qu'ils sont souvent produits en quantité inférieure à une tonne par an et que le règlement ne différencie pas explicitement les substances à l'état nanoparticulaire des mêmes substances de plus grande taille alors qu'avec une seule formule chimique on peut avoir plusieurs formes différentes de nanoparticules et des propriétés physico-chimiques différentes selon leurs tailles. Un consensus s'est dégagé pour demander une adaptation du règlement Reach aux nanomatériaux, les définissant comme une substance nouvelle et adaptant le critère du tonnage.

Les particularités des nanoparticules rendent difficiles les études toxicologiques, notoirement insuffisantes. Leur caractérisation et la connaissance de l'agrégation, de la sédimentation et des interactions des éléments sous forme nanométrique sont un préalable à une évaluation pertinente de leurs propriétés écotoxicologiques. Comment réagir devant tant d'incertitudes ? Il semble pour le moins nécessaire que dans le cadre du financement public de la recherche (sur les 7 000 chercheurs qui travaillent en France sur les nanosciences et les nanotechnologies, 6 500 appartiennent



au CNRS et au CEA), la convention liant les deux parties prévoit un volet obligatoire sur les aspects toxicologiques et environnementaux, notamment sur le cycle de vie et le mode de récupération et de traitement des déchets et que la part consacrée à la recherche sur la toxicité et les impacts dans la recherche globale sur les nanosciences et les nanotechnologies soit très sensiblement augmentée et éventuellement mutualisée au niveau européen dans le cadre d'une agence à créer.

Pour certains, les nanotechnologies ont peut-être des bénéfices, notamment en matière de santé, mais les risques qu'elles comportent sont tellement incertains que la seule position raisonnable serait de tout arrêter, du moins aussi longtemps que les incertitudes ne sont pas levées. Ont été à ce sujet rappelées les deux conditions d'invocation du principe de précaution que sont l'incertitude scientifique et l'existence probable de risques graves et irréversibles. Et certaines associations de demander un moratoire, partiel pour certaines, total pour d'autres, et de considérer que l'urgence publique est d'investir d'abord dans la réduction des pollutions, la prévention des cancers, la sobriété énergétique, l'accès à l'eau et à la nourriture avant de développer, sans véritable instance de contrôle ou d'éthique, les nanoproducts.

### Former : combler des insuffisances criantes

Nul ne comprendrait, à la suite du débat, qu'un effort important ne soit pas entrepris en matière de recherche sur la métrologie, la toxicité et l'écotoxicité. Cela nécessite que l'on se dote, par la mise en place d'un plan de formation de grande ampleur, du potentiel humain nécessaire (la France manque de toxicologues et d'épidémiologistes) pour étudier en priorité les nanoparticules les plus utilisées sur le marché, les nanoparticules appliquées au corps humain (médecine, cosmétologie, textile, alimentation) et les différentes étapes du cycle de vie. Il reste un grand chemin à parcourir sur la caractérisation métrologique des nanotechnologies en fonction de leurs formes, leurs tailles et compositions physico-chimiques. Les outils et le recul nous manquent : c'est dire l'ampleur de la tâche à entreprendre et l'importance des moyens à lui consacrer.

### Protéger : renforcer la sécurité des salariés

L'AFSSET a rappelé qu'il n'existe pas à ce jour de dispositif réglementaire propre à la protection des travailleurs exposés aux nanomatériaux manufacturés sur leur lieu de travail et que les nanoparticules doivent être considérées comme des matières dangereuses, traitées à l'aune des textes correspondants qui privilégient la prévention.

L'identification et l'évaluation des risques doivent être prises en compte bien avant le passage à la fabrication industrielle. A cet effet, l'AFSSET recommande de renforcer les mesures de prévention, préconise la mise en œuvre d'un guide de bonnes pratiques et suggère que l'exposition individuelle aux nanoparticules fasse l'objet d'un dispositif de traçabilité tout au long de la carrière professionnelle.

Les nanomatériaux passant d'entreprise en entreprise, tous les salariés des entreprises concernées doivent être informés et consultés au niveau des CHSCT (Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail). Sur un même site industriel où sont établies des entreprises de fabrication de nanomatériaux et d'autres industries, il est souhaité que soient institués des CHSCT de site.

En l'attente de techniques de détection permettant la traçabilité des nanomatériaux qui doivent faire l'objet d'une recherche immédiate, seule la déclaration obligatoire auprès de l'autorité administrative prévue par la loi du 3 août 2009 pourra garantir la continuité de la chaîne d'information entre les entreprises et leurs salariés.



En complément, comme le suggère l'INRS, il conviendrait, dans tous les environnements professionnels et tout au long du cycle de vie des produits, de développer un raisonnement basé sur la précaution et de mettre en place des stratégies de prévention adaptées.

### Assurer les libertés individuelles et collectives

Le débat sur les dangers potentiels ne s'est pas limité aux seuls risques sanitaires et environnementaux. En effet, le débat a largement abordé les menaces que le développement de ces technologies est susceptible de porter sur les libertés individuelles ainsi que les dérives éthiques que pourrait comporter le potentiel transhumaniste de dispositifs décuplant les capacités humaines.

A ce sujet, la CNIL considère, – et cette inquiétude est partagée –, que les nanotechnologies entraîneront une révolution d'une ampleur comparable sinon supérieure au développement d'Internet. Elles permettent de façonner des objets à l'échelle atomique, telles ces nanopuces communicantes RFID pratiquement invisibles et de ce fait difficilement décodables. Des nanopuces seront peut-être bientôt implantées dans le corps humain.

Comment contrôler ce qui ne se voit pas ? L'informatique devient de moins en moins visible du fait de la miniaturisation des technologies. L'ubiquité des nanotechnologies, c'est-à-dire leur dissémination massive combinée avec la possibilité d'interroger à distance avec des objets communicants, pourrait étendre considérablement les capacités de collecte de données personnelles et organiser une « hyper-traçabilité » des personnes et des objets. Conformément à ses missions de contrôle, la CNIL considère qu'il lui incombera d'apprécier la proportionnalité des applications de traitements de données personnelles mettant en œuvre des nano-objets communicants et d'exercer en la matière un pouvoir d'autorisation, à l'instar des dispositifs biométriques. A cet effet, certains acteurs du débat, notamment les syndicats, ont demandé que les moyens de la CNIL soient augmentés.

Mais la convergence NBIC ouvre d'autres chantiers sur le vivant et principalement sur le cerveau. Ces technologies, qui démontrent leur efficacité dans le domaine de la réparation, peuvent être utilisées à amélioration des capacités humaines. Des techniques d'amélioration ont déjà été utilisées : dopage, vaccin, chirurgie mais elles sont encadrées. En ce domaine, la régulation est largement souhaitée. Considérant que la différence de degré devient en réalité une différence de nature, le Président de la CNIL a considéré que l'on sera conduit à se poser la question de l'interdiction éventuelle de certains usages, tels que des implants communicants.

### Prévoir un encadrement éthique du développement des nanotechnologies

Le développement des nanotechnologies, tel qu'il s'opère aujourd'hui, constitue une situation inédite où des produits de consommation courante contenant des nanoparticules sont mis en vente sans que l'on ait accès à des études appropriées préalables de toxicologie et d'élimination des produits en fin de vie. Devant cette situation, la question qui se pose est celle de la capacité de la société à maîtriser de manière consciente le progrès technologique sans vouloir en arrêter le cours, car ce serait illusoire, mais en créant les meilleures conditions de sécurité et de respect des règles éthiques dans son développement.

Le développement responsable des nanotechnologies est d'autant plus indispensable, selon ses promoteurs, qu'il s'agit d'un secteur à très fort potentiel économique. Aussi, dans un contexte d'incertitude sur les risques, une information transparente est-elle de nature à contribuer à la sécurité



sans nuire à l'innovation. A cet effet il est attendu que la parole publique soit organisée différemment que lors des crises sanitaires précédentes. L'application du principe de précaution doit viser une mise responsable sur le marché tant que l'innocuité du produit n'a pas été démontrée.

### Mettre en œuvre une gouvernance nouvelle

Pour le public, les nanotechnologies sont un domaine opaque et aux contours imprécis. Les questions les plus nombreuses portent sur l'information, la protection, la motivation. Comment les décisions sont-elles prises, quelles sont les parts respectives de l'Etat et du marché dans la conduite des politiques d'innovation, quel contrôle et par qui ? La question de la gouvernance, quel que fut le thème central de chaque réunion publique, a toujours été abordée et le constat établi que jusqu'à maintenant la gouvernance n'avait été ni démocratique ni visible.

A défaut de confiance, la vigilance et la transparence qui l'accompagne sont le meilleur moyen pour percevoir les risques non prévus, les limiter et les réglementer.

L'Etat a sa responsabilité, notamment dans l'orientation de la recherche et la réglementation, mais sont aussi responsables les chercheurs, les entreprises, les médecins, les associations. Chaque citoyen doit être vigilant.

Quelle gouvernance donc ? Toute science est porteuse de dérives. Les nanotechnologies plus que d'autres ? Les inquiétudes soulevées, qu'elles relèvent de la toxicité ou des libertés individuelles, posent la question de la finalité des développements scientifiques et technologiques. Rien n'est inéluctable. Le progrès n'est pas en lui-même une source de bienfaits pour l'homme mais ce que l'homme sait faire, c'est évaluer, trier entre ce qui le sert et ce qu'il faut laisser de côté. Il faut par ailleurs regarder la question des nanotechnologies en distinguant les différents domaines d'application : les nanomatériaux ne posent pas les mêmes questions que la nanomédecine ou la nanoélectronique.

Certains préconisent l'institution d'une nouvelle autorité, chargée de la gouvernance et comprenant en son sein les différentes catégories d'acteurs. Instance de veille, elle aurait pour mission de valider en toute indépendance les orientations stratégiques et de contrôle, les normes et procédés d'évaluation. Elle serait appelée à rejoindre une autorité de même type au niveau européen. Les représentants des ministres signataires, sans prendre d'engagement formel, n'ont pas manifesté d'hostilité à l'égard de telles propositions qu'ils avaient eux-mêmes évoquées comme pistes de travail envisageables dans le dossier de présentation du débat.

D'autres préconisent un moratoire, soit total portant tout à la fois sur les recherches fondamentales et les recherches appliquées soit partiel concernant les seules applications.

### Réglementer : à l'échelon national ou européen ?

On sait que les produits circulent librement sur le marché européen. Dès lors, tout le monde comprend que pour être efficace, la réglementation doit être européenne. Cela étant, on considère parallèlement que l'Europe est parfois un peu laxiste. Se pose alors le problème de la superposition, au moins temporaire, des réglementations nationales par rapport à la réglementation européenne. Mais si l'on désire instaurer une déclaration obligatoire au moment de la fabrication et de la mise sur le marché, est-ce « euro compatible » ? Tout au moins, comme il l'a été suggéré, la réflexion en ce domaine pourrait en premier lieu justifier la création d'un observatoire européen sur les avancées technologiques.



## Quel bilan tirer de ce débat ?

### Le débat a eu lieu

Il était nécessaire. Certes, il a connu des difficultés mais il était prévisible qu'un tel sujet puisse en susciter et, malgré les secousses qu'il a connues, il est allé à son terme et a été utile. Il a constitué un levier pour une plus grande médiatisation et a contribué à une large prise de conscience. Après le débat, on parlera des nanotechnologies autrement. On peut le constater dès à présent. Ce résultat est à mettre au crédit de la Commission particulière, dont je tiens à remercier le Président et les membres, qui ont su, malgré les difficultés rencontrées et les critiques formulées, tenir le cap avec détermination et conviction.

On peut regretter une participation trop limitée du grand public, des élus, des chercheurs ou des industriels et s'interroger sur la méthode. Comment faire pour que les citoyens puissent faire entendre leur voix sur des questions techniques et scientifiques hautement complexes ? Devant un public trop absent, le débat peut sembler avoir été surtout un débat d'experts ou d'acteurs préalablement informés. Toutefois, la profondeur des échanges et la diversité des opinions, qui se sont manifestées dans ce cercle restreint, ont tissé sa qualité.

Mais le public, chaque fois qu'il s'est exprimé, a montré qu'il attendait d'abord une information contradictoire et qu'il entendait exercer son droit à la vigilance. L'un des mérites du débat a été d'identifier les craintes et les inquiétudes du public, des associations et de certains collectifs qui s'opposent à l'arrivée des nanotechnologies dans la vie quotidienne.

Le débat public est arrivé à un moment crucial, celui où la fabrication et la commercialisation des produits nanotechnologiques s'accroissent, au risque, en cas de problème sanitaire ou environnemental, de conduire au rejet par le grand public des nanotechnologies dans leur ensemble. Il était grand temps de l'informer.

### Mais il n'est pas terminé

À son issue, les thèmes ont davantage été mis en débat que débattus. La question était trop vaste pour être traitée dans un calendrier aussi court. Mais ne nous trompons pas : les nanotechnologies constituent pour les années qui viennent un débat de société dont il conviendra d'arrêter d'autres modalités, en ciblant davantage les sujets, sur l'information des consommateurs, l'expertise scientifique crédible, les problèmes éthiques des libertés individuelles et de l'augmentation des capacités humaines.

Ce débat a mis en appétit : il faut nourrir désormais un grand besoin d'information. Il a mis en exergue une attente : celle d'une gouvernance ouverte et responsable, couvrant tout à la fois les questions réglementaires, tant sur le plan national qu'au niveau européen, l'expertise et les moyens qui lui sont alloués, organisant un véritable partenariat entre science, recherche et société. Une société qui repose sur le développement d'une technologie de plus en plus puissante sera-t-elle meilleure ou non ? À nous d'en décider.

### Quels enseignements la CNDP peut-elle en tirer ?

Au vu des difficultés rencontrées, certaines questions se posent aujourd'hui à la CNDP lorsqu'elle est amenée à organiser des débats de société dont elle est saisie par les pouvoirs publics :



- Quelles réponses apporter au refus, ainsi qu'aux formes que ce refus peut revêtir, de certains interlocuteurs de participer aux débats, ou aux critiques qu'ils peuvent adresser au débat public lui-même pour en réalité mieux critiquer les projets ?
- Ne convient-il pas de restreindre le champ des saisines et de mieux préciser ce que l'Etat attend du débat, quels doivent en être les « produits de sortie » ?
- Comment laisser du temps au temps ? La Commission nationale ne peut, dans un calendrier trop court imposé par des préoccupations autres que celles de la démocratie de proximité, que difficilement organiser un débat, surtout lorsque l'on attend d'elle qu'elle assure en plus l'information de nos concitoyens sur un thème aussi ardu que celui qui a fait l'objet du présent débat. Il nous a été donné de le constater. Il est impératif qu'elle reste maître du calendrier qui lui semble le plus approprié pour sa mise en œuvre. C'est pourquoi, dans le cas de problématiques à propos desquelles on sait que le public est largement sous-informé, une phase d'information préalable au débat semble indispensable. En son absence, les échanges ont tendance à se dérouler entre spécialistes, loin de nos concitoyens et de leurs préoccupations.
- Comment obtenir de l'auteur de la saisine qu'il évite toute déclaration ou décision prêtant le flanc à la critique selon laquelle « tout est déjà décidé ». Rien ne porte autant atteinte au sentiment que le débat peut être utile que l'annonce, souvent précipitée pour telle ou telle raison, de décisions anticipant les enseignements susceptibles d'en être tirés.
- Faire en sorte que le public ait un seul interlocuteur. Avoir face à soi un maître d'ouvrage « polycéphale » comme l'a qualifié le président de la CPDP ne peut que perturber le discours émis en direction du public.
- Comment recourir au mieux aux potentialités offertes par Internet ? Internet a joué lors du débat un rôle non négligeable. Aurait-on pu faire mieux et plus ?

D'une façon générale, les attentes et demandes formulées à l'occasion du débat ont croisé les pistes de travail mentionnées par le dossier d'initialisation. Ce degré de maturité devrait favoriser la prise de décision. La communication sur la recherche et le débat public sur les nanotechnologies faite en Conseil des ministres du 14 octobre 2009 se terminait ainsi : « A l'issue du débat un compte rendu et un bilan en seront établis et le Gouvernement rendra publiques les suites qu'il entend lui donner ». Je ne peux que souligner l'impatience du public à connaître ces suites, dans les domaines tant scientifique et technique que social et politique.



Philippe Deslandes



Commission nationale du débat public (CNDP)  
6, rue du Général Camou 75007 Paris  
Tél. : 01.42.19.20.26 - Fax : 01.42.19.17.90  
[contact@debatpublic.fr](mailto:contact@debatpublic.fr)  
[www.debatpublic.fr](http://www.debatpublic.fr)

• **ANNEXE N° 3 : Réponse gouvernementale au débat public.**



*Ministère de la défense et des anciens combattants*

*Ministère de l'écologie, du développement durable,  
des transports et du logement*

*Ministère de l'économie, des finances et de  
l'industrie*

*Ministère du travail, de l'emploi  
et de la santé*

*Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la  
pêche, de la ruralité et de l'aménagement du  
territoire*

*Ministère de l'enseignement supérieur  
et de la recherche*

*Ministère auprès du ministère de l'économie, des  
finances et de l'industrie, chargé de l'industrie, de  
l'énergie et de l'économie numérique*

**COMMUNIQUE INTERMINISTÉRIEL**

27 octobre 2011

**Engagements du Gouvernement sur les suites à apporter au débat  
public relatif au développement et à la régulation des  
nanotechnologies**

Les nanotechnologies exploitent des propriétés très spécifiques de la matière à des échelles infiniment petites. Tous les domaines, de la santé à l'énergie, en passant par l'alimentation, l'informatique ou les transports, sont concernés par leurs applications avec un marché potentiel estimé pour 2015 de 500 à 3 500 milliards d'euros au niveau mondial. La diversité du champ des applications relevant des nanotechnologies devrait conduire à adopter, chaque fois que possible, une approche pluridisciplinaire.

Nanosciences et nanotechnologies se développent dans le cadre d'une concurrence internationale exacerbée. Elles font partout l'objet d'efforts soutenus de recherche et d'innovation. Ainsi, les fonds dédiés par l'Union européenne aux nanotechnologies s'élevaient en 2006 à 530 millions d'euros, ceux des Etats-Unis à 1 775 millions de dollars et ceux des pays d'Asie à 1 650 millions de dollars. En France, le Gouvernement a accompagné le développement de ce nouveau secteur par différents investissements en recherche et développement. Dans le cadre du plan de relance, près de 80 millions d'euros ont été alloués pour des projets d'avenir sur les nanotechnologies avec 10 % de cette somme allouée aux dimensions sociétales et sanitaires.

Malgré cet effort de recherche, les connaissances sur les éventuels dangers et les risques potentiels pour la santé et l'environnement, résultant des propriétés spécifiques des nanomatériaux, sont encore insuffisantes. Au-delà de ces aspects sanitaires et environnementaux, la diffusion des nanotechnologies suscite aussi des questions d'ordre social ou éthique, notamment sur la finalité et l'opportunité de certaines de leurs applications, ainsi que sur le risque d'éventuelles dérives.

En octobre 2007, les travaux du Grenelle de l'environnement ont débouché sur l'engagement de tenir un débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies, qui a eu lieu du 15 octobre 2009 au 24 février 2010. Il a mis en évidence les attentes de la société française en termes d'information, de transparence et de dialogue dans la durée sur ce sujet émergent, de nécessité de développer la recherche, en particulier dans les domaines de la caractérisation, de la toxicologie et de l'écotoxicologie des nanomatériaux, et enfin en termes d'interrogations concernant les impacts potentiels de ces technologies sur les plans des libertés individuelles et de l'éthique.

Ces demandes ont été entendues par le Gouvernement. Elles appellent des actions à court et à moyen termes, sur les champs prioritaires de l'information, de la formation, des connaissances et de l'évaluation des bénéfices et des risques potentiels liés aux nanomatériaux ou à l'utilisation des nanotechnologies. Confirmant l'approche interministérielle déployée pour organiser le débat public, les pouvoirs publics vont poursuivre la concertation avec les acteurs de la société civile, pour une approche équilibrée et régulièrement évaluée des enjeux scientifiques, sanitaires et sociétaux inhérents.

## **I- Mieux apprécier les enjeux et prévenir les risques liés aux nanomatériaux et aux nanotechnologies**

Une des questions les plus critiques soulevées au cours du débat concerne l'opportunité de continuer la recherche et le développement de technologies dont les impacts n'ont pu être encore évalués. Cela implique pour l'Etat de proposer et mettre en place les leviers permettant :

- en matière de recherche technologique, de prendre en compte les enjeux environnementaux et sanitaires des nanomatériaux et sociaux, sociétaux et éthiques des nanotechnologies ;
- en matière de développement, de favoriser l'intégration de ces enjeux dans les stratégies industrielles et dans la diffusion des technologies.

Le Gouvernement n'envisage pas de moratoire sur le financement public des activités de recherche mais souhaite y intégrer de manière renforcée des mesures de prévention et une démarche de précaution, en assurant un lien fort entre des actions opérationnelles à développer à court et moyen termes et des travaux de recherche fondamentale.

**Amplifier la recherche de connaissances pour mieux apprécier les risques et aider à la prise de décision pour s'en prémunir constitue en effet une priorité.**

### **Enjeux de recherche :**

- le Gouvernement attachera une importance particulière au **développement de la recherche publique en toxicologie et écotoxicologie, ainsi qu'en métrologie**. En particulier, il publiera régulièrement des indicateurs de financement des études de toxicologie et d'éco-toxicologie appliquées aux nanomatériaux et soutiendra le renforcement des programmes de recherche correspondants (programmes de l'ANR notamment qui intègrent, dès lors que c'est pertinent, un volet nanotechnologie), y compris au niveau européen ;

- en termes d'expertise, afin de progresser dans l'évaluation scientifique des risques potentiels associés aux produits finis contenant des nanomatériaux manufacturés, l'Anses sera chargée de **mettre en place une méthodologie adaptée d'évaluation des risques des produits, en concertation avec les organismes de recherche compétents et les travaux conduits** aux niveaux européen et international;
- les études nécessitent le développement d'une **instrumentation** de précision et de nouvelles méthodes de **caractérisation**. Le Gouvernement, qui vient d'allouer 30 millions d'euros pour les équipements d'excellence dans ces domaines, renforcera les travaux visant les méthodes de caractérisation et l'instrumentation, notamment à l'institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) et dans les grands organismes concernés, et veillera à leur prise en compte dans les différentes formes de recherche partenariale ou collaborative ;
- de telles évolutions appellent, parallèlement, une adaptation de l'offre de **formation**, initiale et continue, des étudiants, des chercheurs et des personnels techniques qualifiés, en complément des formations à la sécurité prévues par le code du travail. Elle doit être renforcée dans certaines disciplines (toxicologie, écotoxicologie,...), financée de manière pérenne et faire l'objet d'un suivi ;
- le Gouvernement a décidé d'amplifier la recherche portant sur les **analyses bénéfico-risques**, en s'intéressant à l'ensemble du cycle de vie et en inventoriant les incertitudes afin de les réduire progressivement. Par exemple, l'Anses et l'Ineris développeront, en concertation avec les grands organismes de recherche concernés, une méthodologie d'analyse des impacts socioéconomiques adaptée aux nanomatériaux, telle que prévue dans le cadre du règlement Reach.

### **Enjeux de développement :**

- au niveau communautaire, **l'action de la France doit concourir à renforcer la prise en compte des propriétés spécifiques des nanomatériaux au sein des directives et règlements**. Elle y contribuera, notamment pour ce qui concerne les produits chimiques, dans le cadre de la révision du règlement européen Reach préparée pour 2012, et en soutenant la proposition du Parlement européen relative au projet de règlement portant sur un **étiquetage des substances actives sous forme nanométrique présentes dans les produits biocides, ainsi que dans le domaine de l'alimentation à travers la révision du règlement « novel food »**. Cette prise en compte nécessite qu'une **définition cadre** soit adoptée au niveau européen, la France s'appuiera sur cette définition dans les différents projets de réglementation qu'elle défendra ou mettra en oeuvre ;
- la France **se positionnera au niveau européen en faveur de l'étiquetage des produits mis à disposition du grand public** et contenant ou destinés à émettre des substances à l'état de nanoparticules, en veillant à la cohérence avec d'autres dispositifs d'étiquetage qui concerneraient le cas échéant ces produits ;



- les salariés mettant en oeuvre les procédés industriels incluant ces substances sont susceptibles d'être exposés. Une attention particulière sera portée à la **prévention des risques professionnels** liés aux nanomatériaux, qui nécessite une amélioration des connaissances et de la traçabilité, à laquelle la déclaration obligatoire va largement contribuer, ainsi que la mise en oeuvre des démarches de précaution et des mesures de prévention adaptées ;
- en complément des aspects réglementaires, les actions volontaires de certification seront encouragées ;
- afin de mobiliser les acteurs concernés par **l'élimination des déchets issus des nanotechnologies**, le Gouvernement incitera à la réalisation dans chaque région d'un état des lieux de leurs gisements sur le modèle du recensement déjà réalisé en région Midi-Pyrénées ;
- le Gouvernement suivra avec attention, dans le cadre des travaux internationaux de normalisation, ceux de la commission de normalisation française « nanotechnologies » de l'agence française de normalisation (Afnor), qui développe un projet de **norme de classement des nanomatériaux** selon le danger en fonction de leurs propriétés physico-chimiques et toxicologiques spécifiques.

#### **Enjeux sociaux et éthiques :**

- les nanotechnologies interagissent avec d'autres disciplines qui vont des technologies de l'information à la biologie. Les travaux d'évaluation conduisent de ce fait vers des questions sanitaires, d'impacts sur le milieu naturel, ainsi que vers des questions d'éthique et de respect des libertés. S'agissant des nanotechnologies et nanomatériaux, une **contribution des sciences humaines et sociales (SHS)** pour analyser les conséquences économiques, sociales et éthiques des usages des nanotechnologies sera soutenue, et les méthodologies devront être améliorées et clarifiées par des approches systémiques ;
- les formations initiales et continues des étudiants, chercheurs et personnels techniques qualifiés intervenant dans le champ des nanotechnologies devront intégrer progressivement les contributions de ces travaux en SHS pour en assurer la diffusion et doter les acteurs d'outils d'appréciation des questions d'éthiques reliées à ces domaines ;
- tous les grands organismes de recherche seront encouragés à se doter d'un **comité d'éthique**, missionné notamment pour prendre en compte les applications prévues ou potentielles des nanosciences et nanotechnologies (cf comité d'éthique du CNRS, ...);
- l'impact potentiel des applications de ces technologies sur les libertés individuelles nécessite de préciser les modes de veille et de régulation. Devant la capacité accrue de collecte de données et « d'hyper-traçabilité » des personnes, la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL), qui participe activement au travail européen sur ces sujets, pourra être appelée par l'Etat à

**renforcer son action de veille et d'alerte** sur les impacts sociétaux de ces applications.

## **II- Apporter des réponses au besoin d'information publique continue et actualisée sur les nanotechnologies, leurs applications et l'action publique correspondante**

Devant la complexité de ce sujet, peu facile à appréhender, suscitant des questionnements et présentant des enjeux très variés pour la société comme pour les personnes, le public a exprimé de manière récurrente durant tout le débat un besoin d'information, tout en s'interrogeant sur les bénéfices et les risques éventuels auxquels la mise en oeuvre de ces technologies innovantes pouvait l'exposer.

Le Gouvernement s'attachera à satisfaire cette demande par plusieurs voies :

- il confortera l'effort d'information du public par la **création d'un portail gouvernemental interministériel spécifique** et par d'autres actions complémentaires. Tel est l'objectif du futur portail nano.gouv.fr, donnant accès aux connaissances acquises et aux informations publiques -résultant notamment des différents programmes de recherche nationaux et internationaux- portant sur les nanosciences et nanotechnologies, leurs applications, les substances nanoparticulaires et les nanomatériaux, leurs usages, les évaluations et les informations scientifiques relatives à leurs propriétés, les bénéfices et les risques potentiels associés (sanitaires, environnementaux, éthiques), ainsi que les actions de l'Etat s'y rapportant ;
- d'ores et déjà, le Gouvernement met en place le **dispositif de déclaration obligatoire** prescrit par l'article 185 de la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, qui a posé les bases d'une réponse à la demande d'informations sur la présence de nanoparticules dans les produits. Le décret d'application de cette disposition, dont l'objectif est d'identifier et de recenser les substances à l'état nanoparticulaire fabriquées et mises sur le marché ou importées, d'en connaître les quantités et d'en assurer la traçabilité, et qui permettra la **mise à disposition du public, des consommateurs et des professionnels, de ces informations**, devait être prochainement transmis au Conseil d'Etat. L'Anses a été identifiée pour **développer une base de données permettant de les collecter et de mettre à disposition du public** celles qui ne relèvent pas du secret industriel et commercial ;
- dans ce contexte, la France s'est associée, **au niveau européen**, à d'autres Etats membres engagés dans une démarche de déclaration des substances à l'état nanoparticulaire (notamment Belgique, Italie, Pays-Bas) pour développer les bases d'une **déclaration harmonisée** ;
- la faisabilité de **moyens spécifiques d'information du public, comme l'étiquetage**, sera étudiée, en lien avec les réflexions conduites et les dispositifs envisagés au niveau européen, par les instances européennes, le comité européen de normalisation (CEN) ou les Etats ;
- les actions de **diffusion d'informations scientifiques** auprès du grand public seront encouragées, avec **l'aide des opérateurs en charge de la culture**



**scientifique et technique** sollicitées pour favoriser le dialogue entre science et société. L'effort de formation des jeunes et l'information généraliste sur les nanotechnologies seront développés dans **les établissements scolaires et universitaires**, à l'image de ce qui se fait dans certaines régions (Rhône-Alpes, Nord-Pas de Calais).

### **III- Associer les différents acteurs pour une gestion responsable du développement des nanotechnologies**

Le débat a mis en lumière, au-delà d'un besoin d'information, une forte demande d'association de la société civile à la **gouvernance** et aux **grandes orientations** en matière de développement et de régulation des nanotechnologies, intégrant dialogue et transparence sur les finalités de la recherche et du développement technologiques. En ce sens,

- le Gouvernement appuiera les **initiatives de dialogue et d'échanges** ouverts à la société;
- le groupe de travail interministériel (« task-force ») constitué pour la préparation du débat public, dont le secrétariat est assuré par le Commissariat général au Développement durable, est chargé de préciser les actions contribuant à l'objectif de gestion responsable du développement des nanotechnologies et de coordination de leur mise en oeuvre. Il animera en particulier un **travail préparatoire portant sur les formes possibles de la gouvernance** appropriée, nécessaire au renforcement de la protection des personnes et de l'environnement, et sur les dispositifs et organisations pouvant être mobilisés ou y contribuant déjà, afin de préciser des propositions opérationnelles. Un groupe de travail de suivi du débat sera mis en place, avec les différentes parties prenantes, pour envisager de façon très concrète les modalités et les champs de travail envisageables pour une association durable des acteurs de la société civile à la gouvernance dans ce domaine. Il sera notamment associé à l'élaboration du cahier des charges du site d'information [nano.gouv.fr](http://nano.gouv.fr) ;
- pour couvrir l'ensemble des questions ouvertes, il est aussi nécessaire de **favoriser la mobilisation permanente de certaines instances nationales et organismes sur les enjeux transversaux liés aux nanotechnologies**, comme le comité consultatif national d'éthique (CCNE) pour les sciences de la vie et de la santé, le comité de la prévention et de la précaution (CPP), la CNIL, le conseil national de la consommation (CNC), la conférence des présidents d'université (CPU) et les Conférences des Grandes Ecoles (CGE), le centre national de la recherche scientifique et technique (CNRS), le CEA, l'Anses, l'Ineris, l'agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS), l'agence de la biomédecine, l'Institut national de veille sanitaire (INVS), l'institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS) et de **conforter l'implication de la France dans les instances et groupes de travail européens et internationaux** traitant de ces questions.

. ANNEXE N° 4 : Plaquette de Technoprog.



**Technoprog !**  
Association Française Transhumaniste

Le Transhumanisme est un mouvement de pensée philosophique, proposant une vision matérialiste du monde :

L'humain est en constante évolution et non un être stable.

La convergence NBIC - Nano et Bio technologies, sciences Cognitives et de l'information - offre depuis quelques décennies la possibilité à l'humain d'accélérer et de mieux contrôler son évolution.

L'humain cherche à accroître son espérance de vie en bonne santé, à développer ses facultés cognitives et sensorimotrices, mais aussi à se rendre plus apte à jouir de sa liberté et du bonheur au sein d'une vie sociale plus harmonieuse.

**Que voulons-nous faire de l'humain ?**

Il est aujourd'hui nécessaire que la société civile se saisisse de cette question du Transhumanisme. Un large débat démocratique permettrait de dégager les orientations que nous souhaitons donner à notre évolution, en tant qu'individus et en tant qu'espèce.

## Éthique et Politique

Les prémisses d'une évolution telle que la conçoivent les transhumanistes existent déjà mais dans des contextes confidentiels comme la recherche médicale ou militaire.

Les milieux politiques sont ignorants de ces avancées, voire refusent leur accès.

Les comités d'éthique qui orientent les décisions politiques semblent repliés sur des valeurs d'inspiration plus religieuse qu'humaniste. Au mieux, ils se bornent à sacrifier le vivant, faisant preuve d'un absolu anthropocentrisme, là où il faudrait envisager de sacrifier la Pensée et de transcender l'humain.

Nous considérons que le débat et le point de vue des citoyens responsables doivent prévaloir sur les logiques marchandes ou scientistes qui mettent en danger notre environnement et l'existence même de l'humanité.

C'est ce débat, toujours renouvelé, qui doit fonder le contrat social et notre projet de société.

## L'enjeu est d'assurer la pérennité de l'humain

## Propositions technoprogressistes

### Libertés

Garantir à chacun le droit de disposer de son corps comme il l'entend.

- > Légalisation de la Gestation Pour Autrui
- > Liberté d'accès à certaines substances psychoactives

### Société

Dans un souci de justice sociale, permettre à chacun d'accéder aux technologies améliorant notre condition. Celles-ci ne doivent pas rester le privilège d'une minorité.

- > Mettre en place un Revenu Universel
- > Garantir l'accès à l'internet pour tous

### Education

Donner la priorité à l'éducation et la formation. Mettre l'accent sur les disciplines scientifiques pour permettre à tous de mieux comprendre le monde dans lequel nous évoluons.

- > Formation tout le long de la vie
- > Généralisation du programme One Laptop Per Child

### Recherche

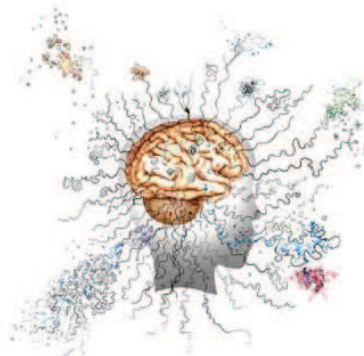
Investir massivement dans la recherche scientifique et atteindre 15 % de ce budget pour l'étude des risques, le recyclage et la neutralisation des pollutions. Ne pas freiner la recherche fondamentale.

- > Favoriser la recherche sur le vieillissement cellulaire et l'augmentation de la durée de vie
- > Autoriser l'expérimentation sur toutes les cellules souches embryonnaires
- > Interdire de breveter le vivant

## Technoprog !

Association Française Transhumaniste

a pour objet de  
« diffuser les thématiques et les questionnements relatifs aux technologies susceptibles d'améliorer et de prolonger la vie des individus et de l'espèce humaine ».



<http://transhumanistes.com>

liste de diffusion :

<http://fr.groups.yahoo.com/group/transhumanistes>

## • ANNEXE N° 5 : Contribution au débat public de Technoprog.



Association Française  
Transhumaniste : Technoprog !

Cette association s'est donnée pour objet de : « diffuser les thématiques et les questionnements relatifs aux technologies susceptibles d'améliorer et de prolonger la vie des individus et de l'espèce humaine. L'association se propose de promouvoir ces technologies, liées notamment au fonctionnement corporel et aux conditions de vie, aussi bien dans les domaines scientifiques, philosophiques, artistiques, etc. »  
(extrait des statuts de l'association)

### COORDONNÉES

Association Française  
Transhumaniste : Technoprog !  
4 rue de Brissac  
75004 Paris  
Tél. : 0677 855 733  
<http://transhumanistes.com>

## CAHIER D'ACTEUR SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LA RÉGULATION DES NANOTECHNOLOGIES

### Nanotechnologies ? : une réponse transhumaniste

Aller au bout des questions essentielles

Les nanotechnologies sont assurément au cœur de la Convergence Technologique actuelle (dite souvent NBIC, pour Nanotechnologies, Biotechnologies, sciences de l'Information et science Cognitives). Celle-ci laisse envisager des transformations considérables.

Les débats en cours tentent de trouver un équilibre entre les possibilités portées par ces technologies et les exigences de contrôle et de précaution que nécessite l'arrivée de produits totalement nouveaux, dont on ne sait encore presque rien en terme de nocivité pour l'homme et son environnement.

Certains acteurs du débat argumentent en faveur des nanotechnologies, tombant parfois dans l'excès d'un optimisme quasi scientifique. D'autres expriment toutes les craintes, voire les phobies possibles face à ce qui peut être vécu comme un nouvel outrage à la Nature. Ils tombent dans l'excès du catastrophisme. Certains enfin, les plus nombreux sans doute, cherchent un juste milieu.

A tous néanmoins, nous voudrions adresser la réflexion suivante.

Dans le cadre du présent débat sur les nanotechnologies, on entend souvent dire que ces techniques sont susceptibles de changer jusqu'à la « nature » de l'humain et que donc elles entraînent des interrogations, voire des craintes légitimes. Il est dit aussi que les scientifiques ne répondent pas à la question : « pourquoi avons-nous besoin des nanotechnologies ? ». Ces mêmes scientifiques renvoient régulièrement la question en disant : « C'est un choix de société, cela relève de la société civile. »

Mais il paraît bien rare que des propositions de réponses soient formulées...



## La révolution nanotechnologique pose des questions essentielles

La Convergence Technologique ne nous questionne pas seulement sur ce que seront les bons choix politiques ou économiques, sur ce qui permettra de respecter les équilibres écologiques ou sur ce qui garantira le mieux la santé publique.

La phase d'accélération dans laquelle nous nous trouvons d'ores et déjà engagés nous pousse à nous interroger sur des sujets qui mettent en question notre identité en tant qu'êtres humains :

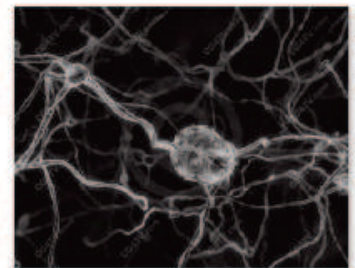
► Par les modifications qu'elle permet, cette phase d'accélération remet en cause des valeurs culturelles liées à ce que sont la Nature, l'Humain et l'Humanité. Ainsi, sommes-nous amenés à nous demander à nouveau s'il existe une ou des caractéristiques propre à l'humain, et si oui quelles sont-elles ? ou encore, Qu'est-ce vraiment que l'état de Nature ?

► Cette nouvelle révolution porte également sur les modifications possibles des individus. Se pose alors la question de la liberté accordée à ces derniers et du degré de contrôle exercé par l'État. Considérons nous que l'État doit légiférer et décider du corps des individus ? Quelles seront les conséquences réelles des libertés accordées ou des interdictions imposées ? La loi doit-elle trancher, pour tout un pays, sur la base d'une philosophie, ou d'une tradition religieuse ou non ? Ou bien régulerons-nous en fonction des effets concrets que des individus modifiés auront sur la Société ?

## La révolution nanotechnologique tend à des transformations radicales

Que les nanotechnologies tendent à modifier au fond la Nature, l'Humain et l'Humanité nous est montré par de multiples exemples.

Pour ce qui est de la Nature, c'est la définition même des Nanotechnologies qui le précise, puisqu'il est question de techniques (transformation de la nature par la main de l'homme) intervenant à l'échelle moléculaire ou atomique. Les matériaux nouvellement créés n'existent pas à l'état naturel. Ils possèdent des propriétés inouïes. Mais ce qui renforce leur aspect révolutionnaire, ce peut être, selon les matériaux ou les techniques, leur capacité à modifier le « naturel » qui les environne par leur propre fait. Dans le cas des matériaux, nous pourrions citer – côté optimiste, les projets de dépollution des hydrocarbures, ou – côté catastrophiste, le scénario de science-fiction de la « gelée grise » auto-répliquante à l'infini et susceptible de tout envahir.



Nanorobot remplaçant un neurone.

Concernant l'Humain, les projets ne manquent pas non plus : Nanomédecine tout d'abord (thérapies pratiquées par des nanorobots injectés dans l'organisme, médicaments délivrés par nanocapsules) avec pour conséquence possible un allongement encore important de l'espérance de vie, mais bientôt, nano augmentations de tous ordres, grâce à des nano implants, afin d'améliorer les capacités motrices, perceptives ou cognitives du corps ou du cerveau. De telles perspectives amènent à s'interroger sur les conséquences, négatives ou positives d'une éventuelle diversification de l'espèce.

Il apparaît donc que de telles transformations peuvent avoir un impact sur notre « humanité », au sens de caractéristique de l'individu humain, ainsi que sur l'Humanité, ensemble de ces individus.

## La révolution nanotechnologique exige une réflexion sur l'Humain

Il ne peut y avoir de réflexion sur les nanotechnologies sans réflexion sur nos objectifs finaux, lesquels dépendent de notre point de vue sur ce que nous sommes.

Les mêmes éternelles questions doivent être présentes à l'esprit de chacun :

### Ontologiques :

- » Y a-t-il un être Humain ?
- » Qu'est-ce que l'Humain ?
- » Qu'est-ce que l'Humanité ?

### Éthiques :

- » Quels sont nos objectifs ?
- » Que faire pour les atteindre ?
- » Dans quel cadre politique les décisions sont-elles prises ?

(Qui a le pouvoir de décision sur le corps des citoyens ?)

## Une réponse «trans-humaniste»

Les réponses à ces interrogations sont bien évidemment nombreuses, anciennes, portées par des siècles de pensée religieuse, philosophique, spirituelle ou matérialiste. Il faudra essayer de faire émerger des consensus.

Mais pour l'instant, nous voudrions essayer de vous présenter une vision des choses, laquelle correspond à peu près à celle des personnes se réclamant, en France, du mouvement de pensée dit «Transhumanisme».

Y a-t-il un «être» Humain ?  
Qu'est-ce que l'Humain ?  
Qu'est-ce que l'Humanité ?

Pour les Transhumanistes, l'approche qui prévaut en général est celle du matérialisme. L'Humain n'est qu'un composé

complexe de la matière. Il est le fruit d'une longue évolution biologique, mais, de même qu'il ne se situe pas à l'origine de cette évolution, il n'en constitue probablement pas la fin ! Il n'y a pas de raison pour que l'évolution qui est devant nous soit moins longue, et moins riche en péripéties que celle qui est derrière nous. Pour les Transhumanistes, il n'y a pas un «être» humain intemporel. Ils se placent donc radicalement dans le camp des partisans d'une «mutabilité» de l'Humain.

Cette mutabilité de l'Humanité, sa capacité à modeler sa nature tout autant que la Nature constituent à la fois un des traits essentiels de son identité et une des conditions nécessaires à sa survie à long terme.

Au contraire, rien de rationnel ne permet de prétendre à une quelconque immuabilité de la Nature, dont l'Humain et l'Humanité feraient partie intégrante.

### Quels sont nos objectifs ?

Pourtant, les mêmes clament haut et fort leurs attaches humanistes. Ils admettent que le but ultime de l'espèce humaine est simplement sa propre perpétuation. Mais qu'est-il question de perpétuer si l'on admet que peuvent changer considérablement la pensée humaine et le support matériel qui l'abrite ?

C'est un débat en cours. Certains Transhumanistes sont à la recherche de ce qui pourrait être l'ensemble des critères qui feraient qu'une pensée soit infailliblement reconnue comme humaine. Ou bien, ce qui est «important» se trouve-t-il dans la continuité ? Ce qui importe serait que nous soyons à la source, que la prochaine évolution vienne de notre «origine» ?

### Que faire pour les atteindre ?

À partir de là, la réflexion sur l'usage des nanotechnologies, comme de toute technologie en général, séclaire : le développement des nanotechnologies est souhaitable dans la mesure où il participe à l'augmentation des possibilités de



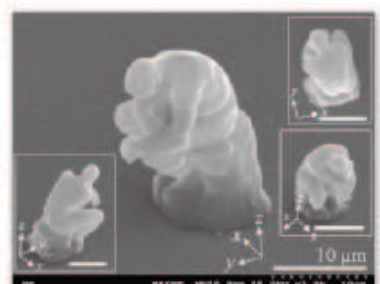
l'humanité, où il contribue à perpétuer son existence et sa pensée.

Donc, les Transhumanistes français proposent de considérer que l'on peut assumer les responsabilités qui accompagnent les nouvelles possibilités offertes, que l'on peut chercher l'équilibre entre la liberté des individus concernant leur corps et l'effet des modifications sur la société ; que l'on peut enfin assumer la diversité des individus composant une société de tolérance.

Bien entendu, pour longtemps encore, il est hautement probable que la pensée humaine demeure liée au corps – plus ou moins celui que nous connaissons. Il sera donc nécessaire de préserver les équilibres dont ces corps dépendent : une planète viable, une ou des sociétés humaines suffisamment stables et dynamiques à la fois.

Notons bien qu'il n'y a pas urgence. L'Humanité n'est pas menacée au point d'avoir à tout prix besoin que ces technologies soient développées le plus vite possible quitte à prendre les plus grands risques.

Ainsi, notre morale, et notre éthique, doivent être guidées par les impératifs écologiques, sociaux et politiques. Les nanotechnologies doivent être développées pour autant que leur emploi permet de renforcer les chances de perpétuation de la pensée humaine.



Comme toutes nouvelles technologie, les Nanotechnologies permettent aux artistes d'étendre leur champ d'expérimentation et de création. Ici, un « penseur de Rodin » à l'échelle nanométrique (sa hauteur est deux fois celle d'un globule rouge).

## SYNTHÈSE

- Oui aux nanotechnologies dans tous les domaines, sans aucun tabou.
- Oui aux contrôles nécessaires lors des recherches, et dans tout processus en amont de la dissémination.
- Oui à la recherche systématique du recyclage en aval.

Dans tous les cas, cela signifie bien davantage de moyens pour la recherche.



## **BIBLIOGRAPHIE**

### **Outils de travail**

Dictionnaire A. BAILLY, Grec-Français, Paris, Hachette, 26<sup>e</sup> édition 1963, p. 1200, 1283, 1311, 1923.

Dictionnaire Larousse, édition 2002, Paris, Larousse, 2001.

Encyclopedia Universalis France, Paris, édition 1980.

Les Essentiels d'Universalis, nouvelle édition thématique, Paris, 2009.

Nouvelle Encyclopédie de la bioéthique, Gilbert HOTTOIS et Jean-Noël MISSA (dir.), Louvain-la-Neuve, Belgique, De Boeck Université, 2001.

Dictionnaire encyclopédique d'éthique chrétienne, Laurent LEMOINE, Eric GAZIAUX et Denis MÜLLER (dir.), Paris, Cerf, 2013.

Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Monique CANTO-SPERBER (dir.), 4<sup>e</sup> édition augmentée, Paris, Presses Universitaires de France P.U.F., coll. Quadrige, 2004.

Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences, Dominique Lecourt (dir.), Paris, Presses Universitaires de France (PUF), 1999, Jean-Marc LEVY-LEBLOND, article *Quantique*, p. 785-789 ; Anouk BARBEROUSSE, article *Controverse Bohr-Einstein*, p. 242-244 ; Antoine COURBON, article *Bioéthique*, p. 115-120.

Petit dictionnaire d'éthique, Otfried HÖFFE (dir.), édition française adaptée et augmentée par Lukas K. SOSOE avec la collaboration du Dr Yvette LAJEUNESSE, Fribourg éditions universitaires/ Paris éditions du CERF, 1993, article *Moralisme*, p. 225.

Atlas de la philosophie, Peter Kunzmann, Franz-Peter Burkard, Franz Wiedmann, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, Munich, 1991 et 1993, Librairie Générale Française, Paris, 1993, p. 183- 189.

Vocabulaire de la psychanalyse, Jean Laplanche, J.B. Pontalis, Paris, Presses Universitaires de France P.U.F., coll. Quadrige, 5<sup>e</sup> édition, 2007.

Philosophie grecque, Monique CANTO-SPERBER (dir.), 2<sup>e</sup> édition revue et corrigée, Paris, Presses Universitaires de France P.U.F., coll. Premier Cycle, 1998, 3<sup>e</sup> partie *Platon* p.185-299.

La Nouvelle Bible Segond (NBS), édition d'études, Alliance Biblique Universelle, 2002.

Novum Testamentum Graece, Nestle-Aland, Deutsche Bibelgesellschaft, 2001.

## **Conférences scientifiques**

FEYNMAN Richard, *There's Plenty of Room at the Bottom*, réunion annuelle de la Société américaine de physique à Pasadena, Californie, 1959, disponible sur le site Internet : [www.zyvex.com/nanotech/feynman.html](http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html).

WEILL Claire, *Les risques des nanotechnologies*, conférence du 17 octobre 2006, Canal-U, université de tous les savoirs, sur le site Internet [www.canalu.tv](http://www.canalu.tv).

WEISBUCH Claude, *Les risques des nanotechnologies*, conférence du 17 octobre 2006, Canal-U, université de tous les savoirs, sur le site Internet [www.canalu.tv](http://www.canalu.tv).

KLEIN Etienne, *L'avenir des nanotechnologies*, conférence du 12 janvier 2010, Institut Diderot, Paris, sur le site Internet [www.institutdiderot.fr/dialogues-du-matin.html?rendezvous\\_id=39](http://www.institutdiderot.fr/dialogues-du-matin.html?rendezvous_id=39).

## **Ouvrages et vidéos de vulgarisation destinés au grand public**

CEA, Dossier de Presse, 12 juin 2007, *Nanobiotechnologies - Nanomédecine : Quels espoirs, quelles limites ?* sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CEA, Dossier de Presse, Voyage de presse CEA Grenoble - Mercredi 5 novembre 2008, « Nanosafe ». *Recherches dans les domaines de la production et de l'utilisation sécurisée des nanomatériaux ; Applications aux nouvelles technologies de l'énergie*, sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CEA, Dossier de Presse, février 2008, *Les effets des nanoparticules sur la santé et l'environnement*, sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CEA, Dossier de Presse, novembre 2008, *Sécurité des nanomatériaux et applications aux nouvelles technologies de l'énergie*, sur le site Internet [www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse).

CNRS EDITIONS, collection Nature des sciences, 15 rue Malebranche 75005 PARIS : MORET Roger, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, Paris, CNRS éditions, Centre de Vulgarisation de la Connaissance, coll. Nature des sciences, 2006.

*Guérir en nanos*, [Extrait du DVD Nanosciences Nanotechnologies], 2007, durée : 00.15.00 mn.

Réalisateur : DALAISE Marcel ; Auteur : DALAISE Marcel ; Producteur : CNRS Images ; Conseiller scientifique : COUVREUR Patrick.  
<http://videotheque.cnrs.fr/index.php>.

*Physique quantique, une entrée en matière (La)* [Extrait du DVD Nanosciences Nanotechnologies], 2008, durée : 00:24:00.

Réalisateur : COLOMBANI Hervé ; Conseiller scientifique : LHOSTE Bernard ; Producteur : CNRS Images ; Intervenant : KLEIN Etienne ; ASPECT Alain.  
<http://videotheque.cnrs.fr/doc=1968>.

*Biopuces*, [Extrait du DVD Nanosciences Nanotechnologies], 2008, durée : 00.12.00 mn.

Conseiller scientifique : LHOSTE Bernard ; Réalisateur : COLOMBANI Hervé ; Producteur : CNRS Images ; Intervenant : BRACHET Anne-Gaëlle ; GIDROL Xavier ; LEMAIRE Frédéric ; FREIDA Delphine ; CHATELAIN François ; CHANTRY-DARMON Céline.

<http://videotheque.cnrs.fr/doc=1966>.

*Soigner avec une cage moléculaire*, 2011, durée : 00.03.00 mn.

Réalisateur : FIEVET Daniel, Crafty in Motion ; Auteur : FIEVET Daniel ; Producteur : CNRS Images ; Intervenant : FERREY Gérard.

<http://videotheque.cnrs.fr/doc=2910>.

*Médaille de l'innovation CNRS 2012*, 2012, durée : 00.05.00 mn.

Réalisateur : DELHAYE Claude ; Auteur : DELHAYE Claude ; Intervenant : COUVREUR Patrick.

<http://videotheque.cnrs.fr/doc=3017>.

## **Avis**

Avis du Comité d'éthique du CNRS (COMETS), *Enjeux éthiques des nanosciences et des nanotechnologies*, 12 octobre 2006, sur le site Internet [www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr) (lien :

[http:// www.cnrs.fr/fr/organisme/ethique/comets/docs/ethique\\_nanos\\_061013.pdf](http://www.cnrs.fr/fr/organisme/ethique/comets/docs/ethique_nanos_061013.pdf)).

Avis N° 96 du 1<sup>er</sup> février 2007 du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), *Questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé*, Les cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique pour les sciences de la vie et de la santé N° 51 Avril-Juin 2007, Mazarine image, Paris, p. 9-18.

Avis N° 122 du 12 février 2014 du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), *Recours aux techniques biomédicales en vue de "neuro-amélioration" chez la personne non malade : enjeux éthiques*, téléchargeable sur le site Internet [www.ccne-ethique.fr](http://www.ccne-ethique.fr) (lien : [http://www.ccne-ethique.fr/sites/default/files/publications/ccne.avis\\_ndeg122.pdf](http://www.ccne-ethique.fr/sites/default/files/publications/ccne.avis_ndeg122.pdf)).

Avis N° 21 du 17 janvier 2007 du GEE (Groupe Européen d'Ethique des sciences et des nouvelles technologies) en anglais : *Opinion of the ethical aspects of nanomedicine, opinion N° 21, 17 january 2007*.

Avis et rapports du Conseil Economique et Social, *Les Nanotechnologies*, présenté par M. Alain OBADIA, mandature 2004-2009, séance des 24-25 juin 2008.

Avis de la Commission de l'Ethique de la Science et de la Technologie (CEST) du Québec (Canada), *Ethique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 02/11/2006, sur le site Internet [www.ethique.gouv.qc.ca](http://www.ethique.gouv.qc.ca). Résumé et recommandations - Avis de la Commission de l'Ethique de la Science et de la Technologie (CEST) du Québec (Canada), *Ethique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, Gouvernement du Québec, 02/05/2007, sur le site Internet [www.ethique.gouv.qc.ca](http://www.ethique.gouv.qc.ca).

Article : *L'éthique à l'heure des nanos*, catégorie actualités, 10/03/2009 sur le site Internet [www.ethique.gouv.qc.ca](http://www.ethique.gouv.qc.ca).

### **Rapports et compte rendus législatifs français**

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Rapport du sénateur Claude Saunier sur :

*L'évolution du secteur des semi-conducteurs et ses liens avec les micro et nanotechnologies.*

Assemblée Nationale N° 566 enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 22 janvier 2003, Sénat N° 138 Annexe au procès-verbal de la séance du 22 janvier 2003.

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Rapport des sénateurs Jean-Louis Lorrain et Daniel Raoul sur :

*Nanosciences et progrès médical.*

Assemblée Nationale N° 1588 enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 06 mai 2004, Sénat N° 293 Annexe au procès-verbal de la séance du 06 mai 2004.

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Compte rendu de l'audition publique du 7 novembre 2006 sur :

*Les nanotechnologies : Risques potentiels, enjeux éthiques.*

Assemblée Nationale N° 3658 enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 05 février 2007, Sénat N° 208 Annexe au procès-verbal de la séance du 06 février 2007.

Commissariat Général au Développement durable

Communiqué interministériel du 27 octobre 2011

*Engagements du Gouvernement sur les suites à apporter au débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies.*

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

### **Rapports et compte rendus d'organismes officiels français**

Académie des technologies

Communication à l'Académie des technologies

*Risques liés aux nanoparticules manufacturées. Voies de protection et de prévention*, Paris, éditions Le Manuscrit, 2012.

Académie des Sciences, Académie des Technologies

Rapport sur la science et la technologie (RST) N° 18 *Nanosciences – Nanotechnologies* réalisé par l'Académie des Technologies, Robert Cornu et collectif, Paris, Tec et Doc Lavoisier, avril 2004.

Introduction générale, tables des matières par chapitre, conclusions communes, recommandations communes consultables et téléchargeables sur le site [www.academie-sciences.fr/publications/rapports/rapports\\_html/RST18.htm](http://www.academie-sciences.fr/publications/rapports/rapports_html/RST18.htm)

Conseil Général des Mines

Rapport de DUPUY Jean-Pierre et ROURE Françoise, *Les nanotechnologies. Ethiques et perspectives industrielles*, Conseil Général des Mines et Conseil Général des Technologies de l'Information, Paris, 15 novembre 2004. Consultable et téléchargeable sur le site Internet : [www.cgm.org/themes/deveco/develop/nanofinal.pdf](http://www.cgm.org/themes/deveco/develop/nanofinal.pdf).

Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche, ministère délégué à la recherche. Mission Scientifique Technique et Pédagogique. *Nanosciences et nanotechnologies. Une réflexion prospective*. Mai 2005. Consultable et téléchargeable sur le site : [www2.enseignementsup-recherche.gouv.fr/mstp/actualite.htm](http://www2.enseignementsup-recherche.gouv.fr/mstp/actualite.htm).

AFSSAPS (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé)  
*Recommandations relatives à l'évaluation toxicologique des médicaments sous forme nanoparticulaire*, Paris, septembre 2008, téléchargeable sur le site Internet [www.afssaps.fr](http://www.afssaps.fr), onglet "produits de santé".

AFSSET (agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail)  
Rapport : *Les nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement*. juillet 2006.

Conférence du 6 et 7 juillet 2009, *Gouverner l'incertitude : les apports des sciences sociales à la gouvernance des risques sanitaires environnementaux*, sur support CD-ROM.

Rapport d'expertise collective : *Evaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement*, saisine N° 2008/005, Paris, mars 2010 version finale.

Expertise collective : *Synthèse et conclusions. Evaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement*, saisine N° 2008/005, Paris, mars 2010.

[www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)

Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie  
*Nanotechnologies : sciences, marché, réglementation et société : Quelles avancées ?*, Paris, Editions La documentation Française, 6 avril 2010.

Conseil National de la Consommation (CNC)  
Avis et rapport sur les nanotechnologies du groupe de travail du Conseil National de la Consommation, juin 2010, sur le site Internet : [www.nanonorma.org](http://www.nanonorma.org).

Coexnano

Rapport d'expertise intermédiaire du processus pluraliste Coexnano  
*Les nano-argents et les dioxydes de titane dans les revêtements : Etat des lieux des connaissances, incertitudes et controverses*, 23 novembre 2010, téléchargeable sur le site Internet : [www.vivagora.org/IMG/pdf/RAPPORT-Coexnano.pdf](http://www.vivagora.org/IMG/pdf/RAPPORT-Coexnano.pdf).

### **Décision de l'Union Européenne**

Décision du Conseil du 19 décembre 2006 relative au programme spécifique « Coopération » mettant en œuvre le septième programme-cadre de la Communauté européenne pour des activités de recherche, de développement technologique et de démonstration (2007-2013) 2006/971/CE téléchargeable en suivant le lien : <http://eur-lex.europa.eu>.

### **Rapports européens et internationaux**

CEC Conference of European Churches - CSC Church and Society Commission, Theo Boer and Richard Fischer (Ed.), *Human Enhancement. Scientific, Ethical and Theological Aspects from a European Perspective*, Strasbourg, CSC Church and Society Commission, 2013.

COMMISSION EUROPEENNE, European Commission, *Understanding Public Debate on Nanotechnologies. Options for Framing Public Policy*, edited by René von Schomberg and Sarah Davies, a Report from the European Commission Services, Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2009. Consultable et téléchargeable sur le site Internet : [www.nanotechproject.org](http://www.nanotechproject.org).

International Organization for standardization (ISO), Rapport technique ISO/TR 11360:2010 *Nanotechnologies – Methodology for the classification and categorization of nanomaterials* sur le site Internet : [www.iso.org](http://www.iso.org).

The Royal Society & the Royal Academy of Engineering, *Nanoscience and Nanotechnologies*

: *Opportunities and Uncertainties*, 29 July 2004, London.

UNESCO, Déclaration universelle sur la bioéthique et les droits de l'homme, 33e session de la conférence générale du 19 octobre 2005.

UNESCO, *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, Paris, éditions UNESCO, coll. Ethiques, 2008.

UNESCO, Division de l'éthique des sciences et des technologies, *Ethique et politique des nanotechnologies*, Paris, éditions UNESCO, 2007.

UNESCO, COMEST, Division de l'éthique des sciences et des technologies, *Les nanotechnologies et l'éthique. Politiques et stratégies*, Paris, éditions de l'UNESCO, 2008.

UNESCO, COMEST, Commission Mondiale d'Ethique des Connaissances Scientifiques et des Technologies, *Rapport sur l'Ethique de la Science*, Kuala Lumpur, Malaisie, 16-19 juin 2009.

WOODROW WILSON INTERNATIONAL CENTER FOR SCHOLARS, *The Future of Technology Assessment*, Michael Rodemeyer, Daniel Sarewitz, James Wilsdon, 2005, U.S.A.

### **Revues et études**

Annales des Mines, Série Réalités industrielles, *Les nanotechnologies*, février 2004.

Annales des Mines, Série Réalités industrielles, *Des nanotechnologies à la biologie de synthèse*, février 2010.

Les Cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), Pour les sciences de la vie et de la santé, N° 51, avril-juin 2007.

Les Cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), Pour les sciences de la vie et de la santé, N° 52, juillet-septembre 2007.



Journal international de bioéthique, *Nanotechnologies*, Paris, ESKA, n° 1-2, vol 22, 2011.

Journal international de bioéthique, *L'amélioration humaine*, Paris, ESKA, n° 3-4, vol 22, 2011.

Information-Evangélisation, *La vie humaine entre fragilité et puissance : questions de bioéthique*, n°6/décembre 2010.

Information-Evangélisation, *Le transhumanisme : réparer, améliorer, dénaturer l'être humain*, n°3/mai 2014.

Revue du Haut Conseil de la Santé Publique ADSP, actualité et dossier en santé publique, Paris, La documentation Française N° 64 septembre 2008, Dossier : *Nanotechnologies et santé publique*, p. 18-78.

La Revue de la Fondation pour l'innovation politique, *Deux mille cinquante 2050, Dossier Nanotechnologies : science et conscience*, Paris, Presse Universitaire de France PUF, N° 7 avril 2008.

Revue Prescrire, *Les enjeux et les sources d'exposition de la population aux nanoparticules*, N° 29, 2009.

Revue Prescrire, *Evaluer les risques et protéger sans attendre*, N° 30, 2010.

Revue Prescrire, *Evaluation des nanotechnologies et débat public*, N° 30, 2010.

Revue QUADERNI, la revue de la communication, *La fabrique des nanotechnologies*, Paris, Editions Sapientia, Maison des sciences de l'homme Paris, N° 61 – Automne 2006.

Etude du LEEM (Les Entreprises du Médicament) *Applications des nanotechnologies à la médecine. Etude sur la compétitivité et l'attractivité de la France. Horizon 2025*, mars 2009. Etude téléchargeable sur les sites [www.leem.org](http://www.leem.org) (espace Biotech) ou [www.leem-recherche.org](http://www.leem-recherche.org).

Etude du LEEM (Les Entreprises du Médicament), *20 questions sur les nanotechnologies appliquées à la médecine*, 2009. Etude téléchargeable sur les sites [www.leem.org](http://www.leem.org) (espace Biotech) ou [www.leem-recherche.org](http://www.leem-recherche.org)

CNDP (Commission Nationale du Débat Public)

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association VivAgora, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association Les Amis de la Terre, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, fondation Sciences Citoyennes, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, parti L'écologie – Les Verts, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, fédération France Nature Environnement, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, confédération CGT-FO Association Force Ouvrière Consommateurs (AFOC), octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, association

INDECOSA-CGT, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, INRS Institut National de Recherche et de Sécurité, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, syndicat UNSA, CNDP, octobre 2009.

Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies, du conseil général d'Ile-de-France, CNDP, octobre 2009.

Contribution au débat public de l'association ATTAC, *Les citoyens face aux nanotechnologies*.

*Débat public nanotechnologies, Compte rendu 15 octobre 2009-24 février 2010 dressé par le Président de la Commission nationale du débat public*, Paris, 9 avril 2010.

*Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies 15 octobre 2009-24 février 2010 dressé par le Président de la Commission nationale du débat public*, Paris, 9 avril 2010. Document consultable sur le site Internet [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org).

Livres Groupe, *Transhumanisme : Intelligence Artificielle, Colonisation de l'Espace, Nanotechnologie, Singularité Technologique, Débat Sur Les Nanotechnologies, Cryonie, Assembleur Moléculaire, Aubrey de Grey, Jean-Michel Truong, Futurologie, Post-humanisme*, Kim Eric Drexler, Books LLC (French Series), 2010.

Pièces et main-d'œuvre, *Nanotechnologies/Maxiservitudes*, Paris, L'esprit frappeur N° 140, 2006.

## **Thèses**

MAESTRUTTI Marina, *Les imaginaires des nanotechnologies*, thèse d'épistémologie et d'histoire des sciences et des techniques, sous la direction de Bernadette Bensaude-Vincent, Université Paris X - Nanterre, 2007.

ROBITAILLE Michèle, *Culture du corps et technosciences : vers une « mise à niveau » technique de l'humain ? Analyse des représentations du corps soutenues par le mouvement transhumaniste*, thèse de sociologie, sous la direction de Céline Lafontaine, Université de Montréal, 2008.

## **Webographie**

[www.academie-sciences.fr](http://www.academie-sciences.fr)

Site de l'Académie des Sciences et de l'académie des Technologies (site Internet consulté le 22/11/2010)

[www.afnor.org](http://www.afnor.org)

Site de l'Association française de normalisation (site Internet consulté le 12/04/2011)

[www.afssaps.fr](http://www.afssaps.fr)

Site de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (site Internet consulté le 27 et 31/01/2011)

[www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)

Site de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (site Internet consulté régulièrement de 2008 à 2011)

[www.agence-nationale-recherche.fr](http://www.agence-nationale-recherche.fr)

(Site Internet consulté le 11/02/2010)

[www.amisdelaterre.org](http://www.amisdelaterre.org)

Site qui alerte sur les effets nocifs des nanoproducts (site Internet consulté le 08/11/2010).

[www.anses.fr](http://www.anses.fr)

Site de l'Agence nationale de sécurité sanitaire (site Internet consulté le 22/07/2014).

[www.automatesintelligents.com](http://www.automatesintelligents.com)

Site sur le développement des robots (site Internet consulté le 15/11/2010) qui renvoie à l'article rédigé par Alain de NEVE, *Nanotechnologies : quels enjeux industriels, militaires et géostratégiques ?*, article de 45 pages rédigé dans le cadre de la conférence donnée le 8 juin 2006 intitulée « Nanomonde, quels choix technologiques pour quelle société ? » organisée par l'association Vivagora à la Cité internationale universitaire de Paris en suivant le lien :  
[http:// www. admiroutes.asso.fr/larevue/2006/74/nanotechnologieai.pdf](http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2006/74/nanotechnologieai.pdf).

[www.canalu.tv](http://www.canalu.tv)

WEILL Claire, *Les risques des nanotechnologies*, conférence du 17 octobre 2006, Canal-U, Université de tous les savoirs,

Claude WEISBUCH, conférence de physique appliquée du 17/10/2006 : *Les risques des nanotechnologies*, Canal-U, Université de tous les savoirs (site Internet consulté le 24/02/2009).

[www.canceropole-clara.com](http://www.canceropole-clara.com)

Site du canceropôle Lyon Auvergne Rhône Alpes : CLARA (site Internet consulté le 08/02/2010).

En lien avec le site : <http://psycho.univ-lyon2.fr/190-Laboratoire-Sante-Individu-Societe-SIS.html>

Université Lyon 2 : Laboratoire de psychologie de la santé et du développement EA 4129 et Groupe de recherche en psychologie sociale (GRePS) EA 4163.

[www.cea.fr/presse](http://www.cea.fr/presse)

Site du Commissariat à l'Energie Atomique (site Internet consulté le 10/02/2009, 15/11/2010).

[www.ccne-ethique.fr](http://www.ccne-ethique.fr)

Site du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE) français (site Internet consulté le 10/04/2009, 02/10/2012).

[www.cnrs.fr](http://www.cnrs.fr)

Lien : [www.cnrs.fr/cw/dossier/dosnano](http://www.cnrs.fr/cw/dossier/dosnano) : dossier Nanotechnologies et Santé CNRS, 2007, Sagascience ; onglet : nanos et santé : les débats (site Internet consulté le 29/04/2010, 15/11/2010).

[www.cite-sciences.fr](http://www.cite-sciences.fr)

Site de la Cité des sciences et de l'industrie de Paris, en particulier Expo Nano du 20/03 au 02/09/2007 (site Internet consulté le 14/01/2010).

[www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org)

Site de la commission particulière du débat public Nanotechnologies CNDP (site Internet consulté du 15/10/2009 au 22/03/2011).

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

Site du Commissariat Général au développement durable (site Internet consulté le 25/05/2012 et le 08/10/2010).

[www2.enseignementsup-recherche.gouv.fr](http://www2.enseignementsup-recherche.gouv.fr)

Site du ministère de l'éducation nationale français (site Internet consulté le 22/11/2010).

[www.ethique.gouv.qc.ca](http://www.ethique.gouv.qc.ca)

Site du gouvernement du Québec (Canada) sur les problématiques éthiques (site Internet consulté le 17/03/2010 et le 15/11/2010).

[www.europa.ue](http://www.europa.ue)

Site de synthèse de la législation de l'Union Européenne ; 7e PCRD Décision 1982/2006/CE (site Internet consulté le 27/01/2011).

[www.fne.asso.fr](http://www.fne.asso.fr)

Site de l'association France Nature Environnement (site Internet consulté le 08/10/2012).

[www.foeeurope.org](http://www.foeeurope.org) ( Issue : nanotechnology)

Site européen en anglais de l'association Les amis de la terre qui propose une liste de 212 produits contenant des nanoparticules en suivant le lien :

[www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/Documents/Nano\\_food\\_report.pdf](http://www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/Documents/Nano_food_report.pdf) (site Internet consulté le 08/11/2010).

[www.foresight.org](http://www.foresight.org)

Site du Foresight Institute élaboré par Robert A. Freitas Jr qui traite particulièrement de la nanomédecine. (site Internet consulté le 20/04/2010).

[www.france.attac.org](http://www.france.attac.org)

Site de l'Association pour la Taxation des Transactions financières et pour l'Action Citoyenne

(Site Internet consulté le 12/04/2011).

<http://fr.rian.ru> article du 07.10.2009 sur le site Internet Rianovosti : *Les nanotechnologies : nouvel instrument dans la stratégie de puissance de la Russie* (site Internet consulté le 27/01/2011).

[www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

Site de vulgarisation scientifique (site Internet consulté le 14/04/2010).

[www.ger.ethique.gc.ca](http://www.ger.ethique.gc.ca)

Site émanant du Gouvernement du Canada, groupe consultatif interagences en éthique de la recherche qui contient la proposition révisée de la 2<sup>e</sup> édition de l'EPTC (Enoncé de Politique des Trois Conseils) de décembre 2009 sur l'Éthique de la recherche avec des êtres humains. (Site Internet consulté le 18 et 26/03/2010).

[www.hal.archives-ouvertes.fr](http://www.hal.archives-ouvertes.fr) (site Internet consulté le 14/01/2010).

[www.hcsp.fr](http://www.hcsp.fr)

Site du Haut Conseil de la Santé Publique en France. (site Internet consulté le 24/10/2009).

[www.humanityplus.org](http://www.humanityplus.org)

Nouveau site mondial du mouvement transhumaniste sur lequel on peut consulter des articles, leur revue. (site Internet consulté du 25/03/2013 au 16/12/2013).

[www.iireb.org](http://www.iireb.org)

Site de l'Institut International de Recherche en Ethique Biomédicale (site Internet consulté le 18/03/2010).

[www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

Site de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (site Internet consulté le 12/04/2011).

[www.insp.upcm.fr](http://www.insp.upcm.fr)

Site de l'Institut des Nanosciences de Paris, unité mixte de recherche (UMR 7588) du CNRS et de l'université Pierre et Marie Curie - Paris 6 (site Internet consulté le 15/01/2010).

[www.iso.org](http://www.iso.org).

Site de l'International Organization for standardization (site Internet consulté le 07/09/2010).

[www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0602.html](http://www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0602.html)

Site transhumaniste sur lequel apparaît l'ouvrage de R.A. Freitas Jr « Nanomedicine.

[www.leem.org](http://www.leem.org)

[www.leem-recherche.org](http://www.leem-recherche.org)

[www.leem-media.com](http://www.leem-media.com)

Site des Entreprises du Médicament (site Internet consulté le 07/01/2010 ; 08/02/2010 ; 23/11/2010).

[www.leti.fr](http://www.leti.fr)

Site du CEA commissariat à l'énergie atomique, (site Internet consulté le 07/09/2010).

[www.minatec.com](http://www.minatec.com)

Site du campus d'innovation pour les micro et nanotechnologies basé à Grenoble (site Internet consulté le 15/11/2010).

[www.memsnet.org](http://www.memsnet.org)

site consacré aux MEMS : Micro Electro-Mechanical Systems (site Internet consulté le 14/04/2010).

[www.nano-acen-cacen.org](http://www.nano-acen-cacen.org)

Site de veille citoyenne sur les nanotechnologies ouvert depuis le 1<sup>er</sup> juin 2010 (site Internet consulté le 23/06/2010).

[www.nano.gov/](http://www.nano.gov/)

Site du National Nanotechnology Initiative (NNI) U.S.A. en anglais (site Internet consulté le 08/11/2010).

[www.nanoquebec.ca](http://www.nanoquebec.ca)

Site sur les nanotechnologies du Québec (Canada) (site Internet consulté le 18/03/2010).

[www.NanoSciences.biz](http://www.NanoSciences.biz)

Lien : <http://www.Lylofu.over-blog.com/article-cellules-souches-nanotechnologies-48794095>

Article sur le lien entre nanotechnologies et culture de cellules souches sur des biomatériaux : le SAPNS (site Internet consulté le 03/05/2010).

[www.nanosmile.org](http://www.nanosmile.org)

Site Internet de vulgarisation scientifique qui aborde les questions liées aux nanoparticules et aux nanomatériaux (site Internet consulté le 15/11/2010).

[www.nanotechproject.org](http://www.nanotechproject.org)

Site du Woodrow Wilson International Center for Scholars, section du PEN (The Project on Emerging Nanotechnologies)

Site nord américain qui propose une liste déclarative des produits commercialisés sur le marché mondial contenant des nanoparticules en suivant le lien :



[www.nanotechproject.org/consumerproducts](http://www.nanotechproject.org/consumerproducts) (site Internet consulté le 11/02/2010 et 26/03/2010)

[www.nih.gov](http://www.nih.gov)

[www.stemcells.nih.gov](http://www.stemcells.nih.gov)

Site du U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health resource for stem cell research (Site Internet consulté le 03/05/2010).

[www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

Site de la revue Pour la Science (site Internet consulté le 15/01/2010).

Article du 04/12/2009 : *Les nanomatériaux : quels risques pour l'environnement et la santé ?*

Article de juillet 2009 : *La propulsion des nanorobots*, Pour la science N° 381.

Article du 07/04/2009 : *Des muscles artificiels à nanotubes*.

Article du 24/01/2009 : *La nano-IRM, une nouvelle imagerie moléculaire ?*

Article de juillet-septembre 2008, *Des machines inspirées par le vivant*, Dossier Pour la science N° 60.

Article de décembre 2006, *Les multiples frontières du nanomonde*, Pour la science N° 350.

Article de 2004, *Nanoconstructions en ADN*, Pour la science N° 321.

[www.protestants.org](http://www.protestants.org)

Site de la Fédération Protestante de France (site Internet consulté de 2008 à 2014)

Le dossier bioéthique 2009.

[www.revue-interrogations.org](http://www.revue-interrogations.org)

Revue pluridisciplinaire en sciences de l'homme et de la société (site Internet consulté le 08/11/2010).

[www.transhumanistes.com](http://www.transhumanistes.com)

Site internet francophone du mouvement transhumaniste H+ Technoprogram (Association Française Transhumaniste) (site Internet consulté du 25/03/2013 au 16/12/2013).

[www.transhumanism.org](http://www.transhumanism.org)

Ancien site mondial du mouvement transhumaniste qui rassemble les archives de 1998 à 2009

(site Internet consulté du 25/03/2013 au 16/12/2013).

[www.unesco.org/shs/ethics](http://www.unesco.org/shs/ethics)

Site de l'UNESCO, Division de l'éthique des sciences et des technologies (site Internet consulté le 08/02/2010).

[www.universalis.fr](http://www.universalis.fr) :

Site de l'Encyclopedia Universalis (site Internet consulté le 14/01/2010).

[www.vivagora.org](http://www.vivagora.org)

Site de l'association Vivagora fondée en 2003 qui « agit pour la mise en démocratie des choix scientifiques et techniques ». (Site Internet consulté régulièrement depuis le 23/06/2010).

[www.wilsoncenter.org/topics/docs/techassessment.pdf](http://www.wilsoncenter.org/topics/docs/techassessment.pdf)

Site américain qui contient le rapport *The Future of Technology Assessment (2005)* de Michael Rodemeyer, Daniel Sarewitz, James Wilsdon (site Internet consulté le 11/02/2010).

[www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC_report.pdf)

Site transhumaniste sur lequel apparaît le rapport de M.C. Roco et W.S. Bainbridge, « Converging Technologies for Improving Human Performance ».

[www.zyvex.com/nanotech/feynman.html](http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html).

## **Bibliographie générale**

### **A**

ABEL Olivier, *La liberté de se montrer et de se retirer. Réflexions sur la liberté dans un monde technicisé*, Montpellier, Paris, Etudes Théologiques et Religieuses tome 84 2009/2, p. 205-217.

ABEL Olivier, « Ethique du temps » in CAUSSE Jean-Daniel CAUSSE, MÜLLER Denis (dir.), *Introduction à l'éthique. Penser, croire, agir*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 51, 2009.

ABEL Olivier, « Jusqu'au bout, la dialectique du refus et du consentement », in FREY Daniel, LEHMKÜHLER Karsten, (dir.), *Soins et spiritualités : regards de praticiens et de théologiens*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 2009, p. 217-225.

AGAMBEN Giorgio, *Homo Sacer. Le pouvoir souverain et la vie nue*, Paris, Seuil, coll. « L'ordre philosophique », 1997.

ALEXANDRE Laurent, *La mort de la mort. Comment la technomédecine va bouleverser l'humanité*, Paris, J.C. Lattès, 2011.

ATLAN Henri, *La science est-elle inhumaine ?*, essai sur la libre nécessité, Paris, Bayard, coll. Le temps d'une question, 2002.

ATLAN Monique, DROIT Roger-Pol, *Humain : une enquête philosophique sur ces révolutions qui changent nos vies*, Paris, Flammarion, 2012.

### **B**

BASSAC Christian, « Critique du progrès selon Jacques Ellul », in Colloque : *Le progrès ; de la promesse au mirage*, organisé par la Fédération Protestante de France à l'initiative de la Commission Eglise et Société, Paris, 29 novembre 2011, p. 8-17. Consultable sur le site :

[http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque\\_progres.pdf](http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque_progres.pdf).

BELAND Jean-Pierre, *L'homme biotech : humain ou posthumain ?*, Sainte-Foy, Canada, Presses Universitaires de Laval P.U.L., 2006.

BELAND Jean-Pierre, PATENAUE Johane (dir.), *Les nanotechnologies. Développement, enjeux sociaux et défis éthiques*, Québec, Canada, Presses Universitaires de Laval P.U.L., 2009.

BENDERSON Bruce, *Transhumain*, Paris, Payot & Rivages, coll. Manuels Payot, 2010.

BENOIT-BROWAEYS Dorothée, *Le meilleur des nanomondes*, Paris, Buchet Chastel, 2009.

BENOIT-BROWAEYS Dorothée, « Promesses et craintes des nanotechnologies », *Revue ETUDES*, Paris, Mars 2010, N° 4123, p.319-330.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, *Se libérer de la matière ? Fantasmies autour des nouvelles technologies*, Paris, Editions de l'INRA, 2004.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, Paris, La découverte, coll. Sciences et Société, 2009.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, « Nanotechnologies : une révolution annoncée », *Revue ETUDES*, Paris, Décembre 2009, N° 4116, p. 605-616.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, « De la transparence dans l'innovation », *Annales des Mines, Série Réalités industrielles, Des nanotechnologies à la biologie de synthèse*, février 2010, Chapitre IV.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, LARRERE Raphaël, NUROCK Vanessa (dir.), *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, Paris, Vuibert, coll. « Machinations », 2008.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, NUROCK Vanessa, « Ethique des nanotechnologies » in HIRSCH Emmanuel (dir.), *Traité de bioéthique, I Fondements, principes, repères*, Toulouse, Editions Erès, 2010, pp. 355-369.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, STENGERS Isabelle, *Histoire de la chimie*, Paris, La Découverte & Syros, coll. La découverte/poche sciences humaines et sociales, 2001.

BENSAUDE-VINCENT Bernadette, BENOIT-BROWAEYS Dorothée, *Fabriquer la vie. Vers la biologie synthétique*, Paris, Seuil, coll. Scienc.Ouv., 2011.

BESNIER Jean-Michel, *La croisée des sciences. Questions d'un philosophe*, Paris, Seuil, coll. Science ouverte, 2006.

BESNIER Jean-Michel, *Demain les posthumains. Le futur a-t-il encore besoin de nous ?*, Paris, Hachette, coll. Hachette littérature Haute Tension, 2009.

BESNIER Jean-Michel, *L'homme simplifié : le syndrome de la touche étoile*, Paris, Fayard, 2012.

BESNIER Jean-Michel, KLEIN Etienne, LE GUYADER Hervé, WISMANN Heinz, *La science en jeu*, Paris/Arles, Actes Sud/IHEST, coll. Questions vives, 2010.

BIETRY Michèle, *Guérir avant d'être malade. Les promesses de la nanomédecine*, Paris, Robert Laffont, 2011.

BOURDIN Dominique, *La psychanalyse de Freud à aujourd'hui. Histoire, Concepts, Pratiques*, Rosny, Bréal, 2000.

BRENNER Anastasios, *Raisons scientifiques et valeurs humaines. Essais sur les critères du choix objectif*, Paris, P.U.F., coll. Science, Histoire et Société, 2011.

BULTMANN Rudolf, *Foi et compréhension. L'historicité de l'homme et de la révélation*, Paris, Seuil, traduction d'André Malet, 1969.

## C

CANTO-SPERBER Monique, OGIEN Ruwen, *La philosophie morale*, Paris, Presse Universitaire de France (PUF), coll. Que sais-je ? N° 3696, 3<sup>e</sup> édition 2010.

CATELIN Sylvie, *Le recours à la science-fiction dans le débat public sur les nanotechnologies : anticipation et prospective*, Revue QUADERNI, la revue de la communication, *La fabrique des nanotechnologies*, Paris, Editions Sapiientia, Maison des sciences de l'homme Paris, N° 61 – Automne 2006, p. 13-24.

CAUNE Jean, « Les discours sur les nanos : construction d'une nouvelle science et/ou controverses sur le progrès ? », Revue QUADERNI, la revue de la communication, *La fabrique des nanotechnologies*, Paris, Editions Sapiientia, Maison des sciences de l'homme Paris, N° 61 – Automne 2006, p. 25-37.

CAUSSE Jean-Daniel, « Les barthismes après Barth. Continuité et rupture », in Dominique AVRON, Michel FOURCADE, (dir.), *Un nouvel âge de la théologie 1965-1980 ?*, Colloque de Montpellier juin 2007, Paris, Karthala, 2009, p. 99-107.

CAUSSE Jean-Daniel, « Le vieillard face à la souffrance et à la mort », in FREY Daniel, LEHMKÜHLER Karsten, (dir.), *Soins et spiritualités : regards de praticiens et de théologiens*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 2009, p. 203-215.

CAUSSE Jean-Daniel, MÜLLER Denis (dir.), *Introduction à l'éthique. Penser, croire, agir*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 51, 2009.

CAUSSE Jean-Daniel, REY-FLAUD Henri (dir.), *Les paradoxes de l'autisme*, Toulouse, Erès, 2011.

CHEMAMA Roland, *La psychanalyse comme éthique*, suivi de *Du grain à moudre*, Toulouse, Erès, coll. Humus, 2012.

CHEVALLIER-LE GUYADER Marie-Françoise, KLEIN Etienne, DELMAS-MARTY Mireille, BESNIER Jean-Michel, *Sciences et Société. Les normes en question*, Paris/Arles, Actes Sud, coll. Questions vives, 2014.

CHNEIWEISS Hervé, *L'homme réparé. Espoirs, limites et enjeux de la médecine régénératrice*, Paris, Plon, 2012.

CHOPLET Marc, *Les nanotechnologies entre utopie et contre-utopie*, Revue QUADERNI, la revue de la communication, *La fabrique des nanotechnologies*, Paris, Editions Sapiientia, Maison des sciences de l'homme Paris, N° 61 – Automne 2006, p. 71-80.

CLAVERIE Bernard, *L'homme augmenté. Néotechnologies pour un dépassement du corps et de la pensée*, Paris, L'Harmattan, coll. Cognition et Formation, 2010.

CORNU Jean-Michel, *Nouvelles technologies, nouvelles pensées ? La convergence des NBIC*, Limoges, FYP Editions, coll. INNOVATION, 2012.

COUVREUR Patrick, « Nanomédicaments : des médicaments comme les autres ? », *Les Cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique (CCNE), Pour les sciences de la vie et de la santé*, N° 51, avril-juin 2007, p. 29-31.

COUVREUR Patrick, *Les nanotechnologies peuvent-elles contribuer à traiter des maladies sévères ?*, Leçons inaugurales du Collège de France, Paris, Collège de France/Fayard, 2010.

CRICHTON Michael, *Prey*, Avon Publisher, New York, 2002 ; trad. fr. *La Proie*, Paris, Robert Laffont, 2003.

CYRULNIK Boris, *Autobiographie d'un épouvantail*, Paris, Odile Jacob, 2008.

## D

DESCARTES René, *Discours de la méthode*, Paris, éditions sociales, coll. Les classiques du peuple, 1974.

DESCARTES René, *Méditations métaphysiques*, Paris, Garnier Flammarion, 1979.

DOLTO Françoise, *Les étapes majeures de l'enfance*, Articles et conférences 1, Paris, Gallimard, 1994.

DOLTO Françoise, *L'image inconsciente du corps*, Paris, Seuil, coll. Points essais, 1984.

DRESCHER Hans-Georg, « Le *Kulturprotestantismus* et Troeltsch », traduction Lucie Kaenel, in Pierre GISEL, Patrick EVRARD (éd.), *La théologie en postmodernité*, Genève, Labor et Fides, coll. Lieux Théologiques n° 29, 1996, p. 65-86.

DREXLER Eric K., *Engines of Creation : The Coming Era of Nanotechnology*, Anchor Books, New York, 1986 ; trad. fr. *Engins de création. L'avènement des nanotechnologies*, Paris, Vuibert, coll. Machinations, 2005.

DUBOIS Julie, ROUSSEAU François, *Fascinantes nanotechnologies. Au-delà des grandes peurs, des grands doutes et des grands espoirs*, Paris, Mines ParisTech, Presses des Mines, coll. Libres Opinions, 2009.

DUPUY Jean-Pierre, *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*, Paris, Seuil, coll. Point Essais, 2002.

DUPUY Jean-Pierre, « Libre opinion. La nanoéthique existe-t-elle ? », *Les cahiers du Comité Consultatif National d'Ethique pour les sciences de la vie et de la santé*, N° 52 juillet-septembre 2007, p. 41-44.

DYENS Ollivier, *La condition inhumaine. Essai sur l'effroi technologique*, Paris, Flammarion, 2008.

## E

EHRENBERG Alain, *Le culte de la performance*, Paris, Hachette, coll. Pluriel sociologie, 1991.

EHRENBERG Alain, *L'individu incertain*, Paris, Hachette, coll. Pluriel sociologie, 1995.

ELIADE Mircea, *Le sacré et le profane*, Paris, Gallimard, coll. Folio Essais, édition française 1965.

ELLUL Jacques, *Théologie et Technique. Pour une éthique de la non-puissance*, Genève, Labor et Fides, 2014.

ESSIG Laurie, *American Plastic, Boob Jobs, Credit Cards, and Our Quest for Perfection*, Boston, Beacon Press, 2010.

## F

FABRE Thierry, LIOGIER Raphaël, GANASCIA Jean-Gabriel, ANDRIEU Bernard (coll.), *De l'humain : Nature et artifices*, Paris/Arles, Actes sud, coll. La pensée de midi, 2010.

FERONE Geneviève, VINCENT Jean-Didier, *Bienvenue en Transhumanie. Sur l'homme de demain*, Paris, Grasset, 2011.

FICHET Christophe, « Nanotechnologies dans le domaine médical : un remède face à la crise en mal de réglementation. », *Petites Affiches*, N° 180, 9 septembre 2009, p. 3-5.

FINTZ Claude (dir.), *Du corps virtuel à la réalité des corps*, 2 vol., Paris, L'Harmattan, 2002.

FINTZ Claude (dir.), *Les imaginaires du corps en mutation. Du corps enchanté au corps en chantier*, Paris, L'Harmattan, coll. Nouvelles études anthropologiques, 2008.

FOUREZ Gérard, *La construction des sciences. Les logiques des inventions scientifiques*, 4<sup>e</sup> édition augmentée d'une postface, Bruxelles, De Boeck Université, coll. Sciences éthique société, 2001.

FREUD Sigmund, *Trois essais sur la théorie sexuelle*, Paris, Gallimard, coll. Folio Essais, 1985.

FREUD Sigmund, *Au-delà du principe de plaisir*, Paris, Payot & Rivages, coll. Petite Bibliothèque Payot, 2010.

FREUD Sigmund, *Malaise dans la civilisation (1929)*, Paris, P.U.F., 1978.

FREUD Sigmund, « Névrose et psychose » et « La perte de la réalité dans la névrose et la psychose » in *Névrose, psychose et perversion (1924)*, Paris, P.U.F., 1981.

FREY Daniel, LEHMKÜHLER Karsten, (dir.), *Soins et spiritualités : regards de praticiens et de théologiens*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 2009.



FUCHS Eric, *L'exigence et le don. Un parcours éthique (1978-1997)*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique n° 35, 2000.

FUCHS Eric, *L'éthique protestante*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique n° 19, 1990.

FUKUYAMA Francis, *La fin de l'homme. Les conséquences de la révolution biotechnique*, trad.fr., Paris, Gallimard, coll. Folio actuel n° 109, 2002.

## G

GAFFET Eric, « Nanotechnologies et santé publique, Nanomatériaux : différentes voies de synthèse, propriétés, applications et marchés », *Revue du Haut Conseil de la Santé Publique ADSP, actualité et dossier en santé publique*, Paris, La Documentation Française N° 64 septembre 2008, p. 18-23.

GARCIA LOPEZ Félix, *Comment lire le Pentateuque*, Genève, Labor et Fides, coll. Le monde de la Bible N° 53, traduit de l'espagnol par Corinne Lanoir, 2005.

GISEL Pierre (éd.), *Le corps, lieu de ce qui nous arrive. Approches anthropologiques, philosophiques, théologiques*, Genève, Labor et Fides, coll. Lieux Théologiques n° 38, 2008.

GISEL Pierre, EVRARD Patrick (éd.), *La théologie en postmodernité*, Genève, Labor et Fides, coll. Lieux Théologiques n° 29, 1996.

GOFFETTE Jérôme, GUÏOUX A., LASSERRE E., « Cyborg : approche anthropologique de l'hybridité corporelle bio-mécanique », *Anthropologie et Société*, vol.28, N° 3, 2004.

GOFFETTE Jérôme, GUÏOUX A., LASSERRE E., « Le corps décor : réflexion philosophique et anthropologique sur les transformations du corps », *Parcours anthropologiques*, Lyon, CREA, N° 4, 2004.

GOFFETTE Jérôme, *Naissance de l'anthropotechnie. De la médecine au modelage humain*, Paris, VRIN, 2008.

GORI Roland, DEL VOLGO Marie-José, *Exilés de l'intime. La médecine et la psychiatrie au service du nouvel ordre économique*, Paris, Denoël, 2008.

GOUNELLE André, « Science et christianisme », *Théolib 51, Revue trimestrielle du libéralisme théologique*, Nouvelle série : Année XIII numéro 51, 3<sup>e</sup> trimestre 2010 - septembre 2010, p. 5-31.

GREENE Brian, *The fabric of the cosmos*, 2004, trad. fr. *La magie du cosmos*, Paris, Robert Laffont, 2005, chapitre 4 *L'espace sens dessus dessous*, p. 102-156.

GUILLERAULT Gérard, *L'image du corps selon Françoise Dolto. Une philosophie clinique*, Paris, P.U.F., coll. Les empêcheurs de penser en rond, 1999.

## H

HABERMAS Jürgen, *De l'éthique de la discussion* (1991), trad. Fr., Paris, Cerf, 1992.  
HABERMAS Jürgen, *L'avenir de la nature humaine. Vers un eugénisme libéral ?* (2001), trad. Fr., Paris, Gallimard NRF essais, 2002.  
HABERMAS Jürgen, *La technique et la science comme « idéologie »* (1968), trad. Fr., Paris, Gallimard, coll. Tel, 1973.

HEIDEGGER Martin, *Être et temps*, Paris, NRF Gallimard, coll. Bibliothèque de philosophie, 1986.  
HEIDEGGER Martin, *Essais et conférences. La question de la technique*, Paris, Gallimard, coll. Tel, 1980.

HENTZ Jean-Gustave, « Les études cliniques sur l'effet de la prière de guérison » in FREY Daniel, LEHMKÜHLER Karsten, (dir.), *Soins et spiritualités : regards de praticiens et de théologiens*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 2009, p. 137-158.

HERMEREN Göran, « Questions éthiques soulevées par les nanotechnologies », *Annales des Mines, Série Réalités industrielles, Des nanotechnologies à la biologie de synthèse*, février 2010, Chapitre IV.

HERVE Christian *et al.*, dir., *La nanomédecine. Enjeux éthiques, juridiques et normatifs*, Paris, Dalloz, coll. Thèmes et commentaires. Actes, 2007.

HIRSCH François, « Les biotechnologies, un nouveau paradigme de la recherche », in HIRSCH Emmanuel (dir.), *Éthique, médecine et société*, Paris, Vuibert, coll. Espace éthique, 2007, pp. 265-272.

HOTTOIS Gilbert, *La science entre valeurs modernes et postmodernité*, Paris, Vrin, 2005.  
HOTTOIS Gilbert, *Qu'est-ce que la bioéthique ?*, Paris, Vrin, coll. Chemins philosophiques, 2004.  
HOTTOIS Gilbert, *Le paradigme bioéthique. Une éthique pour la technoscience*, Bruxelles, Belgique, De Boeck Université, 1990.

## I

## J

JONAS Hans, *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique*, Paris, Le Cerf, 1990, réédition 1997.

JOACHIM Christian, PLEVERT Laurence, *Nanosciences. La révolution invisible*, Paris, éditions du Seuil, 2008.

JUVIN Hervé, *L'avènement du corps*, Paris, Gallimard, 2005.

## K

KAHN Axel, *Raisonné et humain ?*, Paris, NIL éditions, 2004.

KEMP Peter (dir.), *Le discours bioéthique*, Paris, Cerf, 2004.

KERMISCH Céline, PINSART Marie-Geneviève (éds), *Les nanotechnologies : vers un changement d'éthique ? Nanotechnologies : towards a shift in the scale of ethics ?*, Bruxelles, Belgique, éditions E.M.E. & InterCommunications s.p.r.l., 2012.

KERORGUEN (de) Yan, *Les Nanotechnologies. Espoir, menace ou mirage ?*, Paris, Lignes de repères, 2006.

KLEIN Etienne, *Le small bang des nanotechnologies*, Paris, Odile Jacob sciences, coll. Penser la société, 2011.

KOSCIUSKO-MORIZET Nathalie, « Nanomatériaux et nanotechnologies : développer les connaissances et partager le savoir pour prévenir les risques », Dossier Nanotechnologies : science et conscience, *La Revue de la Fondation pour l'innovation politique, Deux mille cinquante 2050*, Paris, Presse Universitaire de France PUF, N° 7 avril 2008, p. 15-18.

KUHN Thomas S., *La structure des révolutions scientifiques*, Paris, Flammarion, coll. Champs sciences n° 791, 2008.

KURZWEIL Ray, *The Singularity Is Near: When Humans Transcends Biology*, New York, Viking Press, 2005.

KURZWEIL Ray, GROSSMAN Terry, *Serons-nous immortels ?*, Paris, Dunod, 2006.

## L

LABRUSSE-RIOU Catherine, *Ecrits de bioéthique*, Paris, PUF, 2007.

LACAN Jacques, *Le Séminaire, Livre XI, Les quatre concepts fondamentaux de la psychanalyse*, Paris, Seuil, coll. Point Essais, 1990.

LACAN Jacques, *Le Séminaire Livre XVII : L'envers de la psychanalyse (1969-1970)*, texte établi par J.A. Miller, Paris, Seuil, 1991.

LACAZE Pierre Camille, *Les nanotechnologies : Concepts et applications*, Paris, Lavoisier, coll. Hermès Sciences – Sciences et technologies, 2013.

LACOUR Stéphanie (coordination), *La régulation des nanotechnologies : clair-obscur normatif*, Paris, Larcier, coll. Droit des technologies, 2010.

LACOUR Stéphanie et coll., *Des nanotechnologies aux technologies émergentes : la régulation en perspectives*, Paris, Larcier, coll. droit des technologies, 2013.

LAFONTAINE Céline, *Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination*, Revue QUADERNI, la revue de la communication, *La fabrique des nanotechnologies*, Paris, Editions Sapiientia, Maison des sciences de l'homme Paris, N° 61 – Automne 2006, p. 39-53.

LAFONTAINE Céline, *La société post-mortelle*, Paris, Seuil, 2008.

LAFONTAINE Céline, *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*, Montréal (Québec), Les Editions du Boréal, 2010.

LAFONTAINE Céline, ROBITAILLE Michèle, « Entre science et utopie, le corps transfiguré des nanotechnologies », in Virginie Tournay et Annette Leibing (dir.), *Technologies de l'espoir. Les débats publics autour de l'innovation médicale – un objet anthropologique à définir*, Québec, Presses de l'Université de Laval, 2008.

LAHMANI Marcel, BOISSEAU Patrick et HOUDY Philippe, *Les nanosciences. 3. Nanobiotechnologies et nanobiologie*, Paris, Belin, 2007, Partie I : Les nano-objets biologiques p. 22-257 et partie III : Les applications des nanobiotechnologies p. 826-1143.

LAHMANI Marcel, MARANO Francelyne et HOUDY Philippe, *Les nanosciences. 4. Nanotoxicologie et nanoéthique*, Paris, Belin, 2010, Partie II: Nanoéthique p. 440-604.

LATOUR Bruno, *La science en action. Introduction à la sociologie des sciences*, (2<sup>e</sup> éd), Paris, La Découverte, 2005.

LAURENT Brice, *Les politiques des nanotechnologies : pour un traitement démocratique d'une science émergente*, Paris, Charles Léopold Mayer, 2010.

LAURENT Louis, *Nanotechnologies. Les nanos vont-elles changer notre vie ? 82 questions à Louis Laurent Physicien*, Paris, Spécifiques Editions, 2007.

LAURENT Louis, *Comment fonctionnent les nanomachines ?* Paris, EDP Sciences, coll. Bulles de sciences, 2009.

LAURENT Louis, PETIT Jean-Claude, *Les nanotechnologies doivent-elles nous faire peur ?*, Paris, Le Pommier, coll. Les Petites Pommes du Savoir, 2005.

LE BRETON David, *La sociologie du corps*, Paris, PUF, coll. Que sais-je ?, n°2678, 6<sup>e</sup> édition mise à jour septembre 2008.

LE BRETON David, *Anthropologie du corps et modernité*, Paris, PUF, coll. Quadrige Essais Débats, 5<sup>e</sup> édition entièrement revue, 2008.

LEBRUN Jean-Pierre, *Un monde sans limite. Essai pour une clinique psychanalytique du social*, Ramonville Saint-Agne, Erès, coll. Point hors ligne, 2002.

LEBRUN Jean-Pierre, *Les désarrois nouveaux du sujet, Prolongements théorico-cliniques au monde sans limite*, Ramonville Saint-Agne, Erès, coll. Point hors ligne, 2005.

LEBRUN Jean-Pierre, *La perversion ordinaire. Vivre ensemble sans autrui*, Paris, Denoël, 2007.

LEBRUN Jean-Pierre, *Avant-propos* in CHEMAMA Roland, *La psychanalyse comme éthique*, suivi de *Du grain à moudre*, Toulouse, Erès, coll. Humus, 2012, p. 7-10.

LEBRUN Jean-Pierre, WENIN André, *Des lois pour être humain*, Toulouse, Erès, 2008.

LECOURT Dominique, *Humain, posthumain*, Paris, PUF, coll. Science, histoire et société, 2003.

LECOURT Dominique, *L'âge de la peur. Ethique, science et société*, Paris, Bayard, 2009.

LECOURT Dominique, *La philosophie des sciences*, Paris, Presse Universitaire de France PUF, coll. Que sais-je ?, 2010.

LEGAULT Georges A., BERNIER Louise, DANIEL Charles-Etienne, FONTAINE Caroline, PATENAUE Johane avec la collaboration de LAPALME Joanie, *Nanotechnologies et principe de précaution*, Laval (Québec), Canada, Presses de l'université Laval, 2012.

LEHMKÜHLER Karsten, « Guérison et non-guérison : approche théologique » in FREY Daniel, LEHMKÜHLER Karsten, (dir.), *Soins et spiritualités : regards de praticiens et de théologiens*, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 2009, p. 159-178.

LENGLET Roger, *Nanotechnologie et santé publique. Pour ne pas se laisser duper*, Paris/Arles, Actes Sud, coll. Essais Sciences, 2014.

LINTZ Pascale, « Les nanotechnologies : une question éthique pour demain ? », in Information-Evangélisation, *La vie humaine entre fragilité et puissance : questions de bioéthique*, n°6/décembre 2010, p.33-36.

LIU Jixing, « Les dernières avancées en nanotechnologies » in *Nanotechnologies, Ethics and Politics*, 2007 ; version française : *Nanotechnologies, éthique et politique*, Paris, éditions UNESCO, coll. Ethiques, 2008, p. 67-68.

LOURTIOZ Jean-Michel, *Nanosciences et nanotechnologies : évolution ou révolution ?*, Paris, Belin, 2014.

LUZEAUX Dominique, PUIG Thierry, *A la conquête du nanomonde. Nanotechnologies et microsystèmes*, Paris, éditions du Félin, 2007.

## M

MACCHI Jean-Daniel, « Exode » in Thomas RÖMER, Jean-Daniel MACCHI, Christophe NIHAN (éd.) *Introduction à l'ancien testament*, Genève, Labor et Fides, coll. Le monde de la Bible N° 49, 2004, p. 171-185.

MACHET Régis, dir., *La personne dans les sociétés techniciennes*, Paris, L'Harmattan, coll. Sciences et Société, 2007.

MAESTRUTTI Marina, *Imaginaires des nanotechnologies : mythes et fictions de l'infiniment petit*, Paris, Vuibert, coll. Machinations, 2011.

MAESTRUTTI Marina, « Humain, transhumain, posthumain. Représentation du corps entre incomplétude et amélioration », *Journal international de bioéthique, L'amélioration humaine*, Paris, ESKA, n° 3-4, vol 22, 2011, p. 51-66.

MAILLARD Nathalie, *La vulnérabilité. Une nouvelle catégorie morale ?*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 56, 2011.

MARTIN Philippe, « L'action européenne : prévenir les risques pour promouvoir l'innovation », *ADSP Revue du Haut Conseil de la santé publique*, n° 64, septembre 2008, p. 58-64.

MASSET Dominique, « Nanotechnologies et santé publique, Les applications thérapeutiques et médicales », *Revue du Haut Conseil de la Santé Publique ADSP, actualité et dossier en santé publique*, Paris, La documentation Française N° 64 septembre 2008, p. 24-26.

MELMAN Charles, *L'homme sans gravité*, Paris, Denoël, coll. Folio essais, 2002.  
MELMAN Charles, *La nouvelle économie psychique. La façon de penser et de jouir aujourd'hui*, Toulouse, Erès, coll. Humus, 2010.

MISSA Jean-Noël, PERBAL Laurence (dir.), *"Enhancement". Ethique et philosophie de la médecine d'amélioration*, Paris, Vrin, 2009.

MONDIELLI Eric, *L'essentiel de la Bioéthique et du Droit de la biomédecine*, Paris, Gualino Lextenso éditions, coll. Les Carrés, mise à jour le 31 octobre 2008.

MONOD Jacques, *Le hasard et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Paris, Seuil, coll. Points, 1970.

MORET Roger, *Nanomonde. Des nanosciences aux nanotechnologies*, Paris, CNRS éditions, Centre de Vulgarisation de la Connaissance, coll. Nature des sciences, 2006.

MORIN Edgar, *La méthode. 6. Ethique*, Paris, Seuil, coll. Point Essai, 2004.

MÜLLER Denis, SIMON René éd., *Nature et descendance. Hans Jonas et le principe « Responsabilité »*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 25, 1993.

MÜLLER Denis, POLTIER Hugues éd., *Un Homme nouveau par le clonage ? Fantasmès, raisons, défis*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N°44, 2005.

MUNIER Brigitte (dir.), *Technocorps. La sociologie du corps à l'épreuve des nouvelles technologies*, Paris, éditions François Bourin, 2014.

## N

NASIO Juan-David, *Enseignement de 7 concepts cruciaux de la psychanalyse*, Paris, Petite Bibliothèque Payot, 2001.

NASIO Juan-David, *Mon corps et ses images*, Paris, Payot, coll. Désirs/Payot, 2007.

NOUAILHAT Alain, *Introduction aux nanosciences et aux nanotechnologies*, Paris, Lavoisier, coll. Hermès Sciences, 2006.

NOUVEL Pascal, *Histoire des amphétamines*, Paris, PUF, coll. Sciences, Histoire et Société, 2008.

NOUVEL Pascal, DEBRU Claude, *Le possible et les biotechnologies*, Paris, P.U.F.,



coll. Sciences, Histoire et Société, 2003.

NUROCK Vanessa, « Enjeux éthiques des nanotechnologies », Avis et rapport sur les nanotechnologies du groupe de travail du Conseil National de la Consommation, juin 2010, p. 88-93.

NUROCK Vanessa, « Avons-nous vraiment besoin de " nano-éthique " ? » in : Bernadette BENSAUDE-VINCENT, Raphaël LARRERE, Vanessa NUROCK dir., *Bionano-éthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies*, Paris, Vuibert, coll. « Machinations », 2008, p. 113-126.

NUSSBAUM Martha C., *Capabilités. Comment créer les conditions d'un monde plus juste ?*, trad.fr., Paris, Climats/Flammarion, 2012.

## O

## P

PARIZEAU Marie-Hélène, *Biotechnologie, nanotechnologie, écologie. Entre science et idéologie*, Versailles, Quae éditions INRA, coll. Sciences en question, 2010.

PATY Michel, *L'analyse critique des sciences : Le tétraèdre épistémologique (science, philosophie, épistémologie, histoire des sciences)*, Paris, L'Harmattan, coll. Conversciences, 2000.

PAUTRAT Jean-Louis, *Demain le nanomonde. Voyage au cœur du minuscule*, Paris, Fayard, coll. Le temps des sciences, 2002.

PELLUCHON Corinne, *L'autonomie brisée. Bioéthique et philosophie*, Paris, PUF, 2009.

PELLUCHON Corinne, *Éléments pour une éthique de la vulnérabilité. Les hommes, les animaux, la nature*, Paris, Cerf, 2011.

PESTRE Dominique, *Introduction aux Science Studies*, Paris, La Découverte, coll. Repères, 2006.

PESTRE Dominique, *A contre-science. Politique et savoirs des sociétés contemporaines*, Paris, Seuil, coll. La couleur des idées, 2013.

PIC DE LA MIRANDOLE Jean, *De la dignité de l'homme. De hominis dignitate*, Paris-Tel Aviv, éditions de L'éclat, 2005.

PINSART Marie-Geneviève, « L'hétérogénéité des objets nanos : deux nouvelles méthodes pour activer une éthique générique » in : Céline KERMISCH, Marie-Geneviève PINSART (éds), *Les nanotechnologies : vers un changement d'éthique ? Nanotechnologies : towards a shift in the scale of ethics ?*, Bruxelles, Belgique, éditions E.M.E. & InterCommunications s.p.r.l., 2012, p. 63-86.

## Q

QUINCHE Florence, *La délibération éthique, contribution du dialogisme et de la*

*logique des questions*, Paris, éditions Kimé, 2005.

QUINCHE Florence, « Le corps et la personne », in CAUSSE Jean-Daniel, MÜLLER Denis (dir.), *Introduction à l'éthique. Penser, croire, agir*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 51, 2009.

## R

RATNER Mark, RATNER Daniel, *Nanotechnologies : la révolution de demain*, Paris, CampusPress, 2003.

REY Olivier, *Itinéraire de l'égarement. Du rôle de la science dans l'absurdité contemporaine*, Paris, Seuil, 2003.

REY Olivier, *Une folle solitude. Le fantasme de l'homme auto-construit*, Paris, Seuil, 2006.

RICOEUR Paul, *Soi-même comme un autre*, Paris, Seuil, 1990.

ROBBINS Stephen, De CENZO David, GABILLET Philippe, *Management. L'essentiel des concepts et des pratiques*, Paris, Pearson Education, 6e édition, p. 87-122.

ROBITAILLE Michèle, « Le cyborg contemporain. Quand les technosciences visent le remodelage du corps humain », *Interrogation, Revue pluridisciplinaire en sciences de l'homme et de la société*, N° 7 Le corps performant, décembre 2008. Article en ligne sur le site Internet [www.revue-interrogations.org](http://www.revue-interrogations.org).

ROD Didier, Compte rendu intégral de la réunion publique de Toulouse du 20 octobre 2009, séquence 1 *Nanotechnologies et médecine (recherche, développement, applications actuelles et à venir)* sur le site internet de la commission particulière du débat public Nanotechnologies CNDP [www.debatpublic-nano.org](http://www.debatpublic-nano.org), p. 6-8.

ROSA Hartmut, *Accélération. Une critique sociale du temps*, Paris, La Découverte, coll. Théorie critique, traduit de l'allemand par Didier Renault, 2010.

RUSS Jacqueline, LEGUIL Clotilde, *La pensée éthique contemporaine*, Paris, Presse Universitaire de France (PUF), coll. Que sais-je ? N° 2834, 3<sup>e</sup> édition 2008.

## S

SARGENT Ted, *Bienvenue dans le nanomonde*, Paris, Dunod, coll. Quai des sciences, 2006.

SAURET Jean-Marie, *Malaise dans le capitalisme*, Toulouse, Presse Universitaire du Mirail (PUM), coll. Psychanalyse &, 2009.

SAURET Jean-Marie, « L'autisme en débat », in Jean-Daniel CAUSSE, Henri REY-FLAUD (dir.), *Les paradoxes de l'autisme*, Toulouse, Erès, 2011, p. 39-60.

SAUVAGEOT Anne, BOUJU Xavier, MARIE Xavier (dir.), *Images et mirages nanosciences. Regards croisés*, Paris, Hermann, 2011.

SCHRÖDINGER Erwin, *Physique quantique et représentation du monde*, Paris, Seuil, coll. Points Sciences, 1992.

SFEZ Lucien, *La santé parfaite. Critique d'une nouvelle utopie*, Paris, Seuil, 1995.

SICARD Didier, *L'éthique médicale et la bioéthique*, Presses Universitaires de France (PUF), coll. Que sais-je ? N° 2422, Paris, 1<sup>re</sup> édition 2009.

SICARD Didier, «Réflexions sur le progrès en médecine », in Colloque : *Le progrès ; de la promesse au mirage*, organisé par la Fédération Protestante de France à l'initiative de la Commission Eglise et Société, Paris, 29 novembre 2011, p. 18-22. Consultable sur le site :

[http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque\\_progres.pdf](http://www.protestants.org/uploads/media/2011-06-29-colloque_progres.pdf).

SIMMEL Georg, Métaphysique de la mort, in *La tragédie de la culture*, Paris, Editions Rivages, coll. Rivages Poche - Petite Bibliothèque, traduit de l'allemand par Sabine Cornille et Philippe Ivernel, 1988, p. 169-178.

SIMON René, « Le fondement ontologique de la responsabilité et de l'éthique du futur » in Denis MULLER, René SIMON éd., *Nature et descendance. Hans Jonas et le principe « Responsabilité »*, Genève, Labor et Fides, coll. Le champ éthique N° 25, 1993, p.101-107.

SPAEMANN Robert, *Les personnes. Essai sur la différence entre « quelque chose » et « quelqu'un »*, trad. fr., Paris, Cerf, 2009.

SPINOZA Baruch, Œuvre 2 : *Traité théologico-politique*, Paris, Flammarion, traduction de Charles Appuhn, 1965.

## T

TAGUIEFF Pierre-André, *La bioéthique ou le juste milieu. Une quête de sens à l'âge du nihilisme technicien*, Paris, Fayard, 2007.

THIEL Marie-Jo, *L'ambiguïté de la responsabilité dans les questions d'éthique médicale*, Strasbourg, Revue des Sciences Religieuses, Questions d'éthique sociale, 82<sup>e</sup> année N° 1 – Janvier 2008, p. 43-64.

THIEL Marie-Jo, « La vie autrement à partir des nouvelles technologies » in Information-Evangélisation, *Le transhumanisme : réparer, améliorer, dénaturer l'être humain*, n°3/mai 2014, p.19-22.

THIEL Marie-Jo, THEVENOT Xavier, *Pratiquer l'analyse éthique*, Paris, Cerf, 2007.

## U

## V

VIGNAUX Georges, *L'aventure du corps. Des mystères de l'Antiquité aux découvertes actuelles*, Paris, Pygmalion (Flammarion), 2009, p. 198- 397.

VINCK Dominique, *Les nanotechnologies*, Paris, Le cavalier bleu, coll. Idées reçues, 2009.

## **W**

WAUTELET Michel (& collectif), *Les nanotechnologies*, Paris, Dunod, coll. Universciences, 2<sup>e</sup> édition, 2006.

WAUTELET Michel (& collectif), *Les nanotechnologies*, Paris, Dunod, coll. Universciences, 3<sup>e</sup> édition, 2014.

## **X**

## **Y**

## **Z**

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1: REFLEXION ETHIQUE SUR LES NANOTECHNOLOGIES	43
FIGURE 2 : OBJET ETHIQUE A LARGE SPECTRE	44
FIGURE 3 : RE-INTERROGATION DE L'ETHIQUE	47
FIGURE 4: ANALYSE ETHIQUE, SCIENCE ET PRINCIPE D'INCERTITUDE	49
FIGURE 5 : DEFINITION PAR LA NEGATIVE DE L'ETHIQUE GENERIQUE	51
FIGURE 6 : PREMIÈRE DIFFICULTÉ DIALOGIQUE	56
FIGURE 7 : DEUXIÈME DIFFICULTÉ DIALOGIQUE	58
FIGURE 8 : TROISIÈME DIFFICULTÉ DIALOGIQUE	59
FIGURE 9 : LES NANOTECHNOLOGIES A LA CONVERGENCE DE DIFFERENTS DOMAINES SCIENTIFIQUES	62
FIGURE 10 : CHAMP DE LA NEUROETHIQUE	67
FIGURE 11 : LE FACTEUR TEMPS DANS L'ELABORATION D'UNE NANO-ETHIQUE	73
FIGURE 12 : PROPOSITION D'UN MODELE DE REFLEXION ETHIQUE AVEC UNE DIMENSION TEMPORELLE	89
FIGURE 13 : SERIE DE MESURES D'ACCOMPAGNEMENT DE L'ESSOR DES NANOTECHNOLOGIES	107
FIGURE 14 : ANALYSE D'UN CAS ETHIQUE : L'ANALYSE DE L'AGIR	117
FIGURE 15 : INTENTIONS SOUS-JACENTES DANS L'ANALYSE D'UN CAS ETHIQUE	118
FIGURE 16 : ANGLE DE REFLEXION ETHIQUE EN TROIS TEMPS DU GENERAL AU PARTICULIER	121
FIGURE 17 : ARTICULATION D'UNE REFLEXION ETHIQUE SYSTEMIQUE, DIALOGIQUE ET CONTEXTUELLE	122
FIGURE 18 : LES FRONTIERES DE L'AGIR MEDICAL	124
FIGURE 19 : BROUILLAGE DE TROIS DISCOURS DANS L'UTILISATION DES NANOTECHNOLOGIES A DES FINS MILITAIRES	126
FIGURE 20 : PROBLEMATIQUE DU DISCOURS TRANSHUMANISTE PAR RAPPORT AU MANQUE ET A LA CASTRATION	138
FIGURE 21 : VISION DU TEMPS DANS LE DISCOURS TRANSHUMANISTE	144
FIGURE 22 : NOUVELLE COMPREHENSION CONTEMPORAINE DU TEMPS	145
FIGURE 23 : UNE VIE « EN MIETTES SANS FIN »	147
FIGURE 24 : OUVERTURE, TRANSPARENCE, EFFRACTION DU CORPS	159
FIGURE 25 : NOUVELLE VISION DU CORPS	161
FIGURE 26 : IMPACT DE LA MEDECINE TECHNIQUE ET INSTRUMENTALISATION DE CELLE-CI PAR LE DISCOURS TRANSHUMANISTE	167
FIGURE 27 : IMPACT DE LA SOCIETE ET DE LA CULTURE	168
FIGURE 28 : CORPS / OBJET	176
FIGURE 29 : LE « MARQUAGE SOCIAL PAR LA SCIENCE »	181
FIGURE 30 : IMBRICATION DES DISCOURS	188
	290

FIGURE 31 : “UNIFIER, SCINDER, CONNECTER”	192
FIGURE 32 : RELATION BINAIRE DU DISCOURS SCIENTIFIQUE SELON TROIS MODALITES	204
FIGURE 33 : GRILLE DE CRITERES POUR UNE ETHIQUE THEOLOGIQUE	225



# INDEX

## A

AFNOR .....	102, 108, 266
AFSSET .....	82, 83, 84, 86, 92, 102, 236, 265
analyse d'un cas éthique .....	115, 118, 259
anthropotechnie .....	123, 124, 140, 186, 250

## B

biointégration .....	27
biomatériaux .....	26, 28, 29, 243
biopuces à cellules .....	23

## C

CNDP .....	19, 76, 78, 91, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 108, 109, 239, 241, 256, 266
CNIL .....	99, 108, 266
convergence .....	18, 34, 35, 38, 41, 44, 49, 54, 55, 60, 62, 74, 96, 146, 156, 158, 186, 200, 247, 259

## D

débat public .....	19, 70, 76, 78, 91, 93, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 129, 186, 207, 227, 229, 236, 238, 239, 241, 246, 256
définition par exclusion .....	38, 40, 61
démarche de précaution .....	106, 107, 110
déni (de réalité) de la castration .....	132, 137, 138, 140, 143, 150, 161, 181, 187, 230
désacralisation .....	174, 193, 210
diagnostic <i>in vitro</i> .....	24, 33
diagnostic <i>in vivo</i> .....	29, 33
difficulté dialogique .....	54, 56, 58, 59, 259
discours de la promesse .....	65, 73, 77, 78, 79, 89, 211, 227, 228

## E

éthique complexe .....	45, 48
éthique de la discussion .....	45, 55, 250
éthique dialogique .....	45, 53, 60, 114, 203
éthique du <i>care</i> .....	125, 219, 220, 230
éthique générique .....	45, 50, 51, 52, 53, 69, 256, 259
éthique pour/par les nanotechnologies .....	45

## F

faillite narcissique .....	170, 171
----------------------------	----------

## H

<i>Human Enhancement</i> .....	207, 217, 218, 222, 228, 237
--------------------------------	------------------------------

## I

idolâtrie .....	205, 206, 208, 209, 210, 211
implants .....	25, 26, 32, 33, 35, 68, 113, 158, 159, 199
incarnation .....	218
INERIS .....	102, 266
ingénierie tissulaire .....	27, 28, 32, 34, 50, 86, 113, 183, 186

## J

justification par la foi seule .....	221
--------------------------------------	-----

## L

laboratoires sur puce .....	23, 24, 123, 199
large spectre .....	41, 44, 45, 60, 199, 222, 259
loi de Moore .....	18, 73, 154

## M

mécanique quantique .....	15, 16, 18, 207
médecine personnalisée .....	23, 230
MEMS .....	39, 44, 243, 265
métrologie .....	41, 69, 84, 86, 87, 107, 227
microscope à effet tunnel .....	15, 185, 265
microscope à force atomique .....	15, 265
microscope à transmission électronique .....	14, 265
microscope à transmission électronique de haute résolution .....	14
microscopes à balayage de son .....	14
microscopie à résonance magnétique .....	29
microtomographie à rayon X .....	29
morale .....	45, 47, 51, 68, 70, 81, 120, 156, 216, 219, 220, 230, 233, 246, 254
moralisme .....	45, 53, 60, 68, 69, 70
moratoire partiel .....	97
moratoire total .....	70, 97

## N

nanocristaux .....	21, 30
nano-éthique .....	37, 41, 45, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 60, 68, 69, 70, 73, 75, 81, 87, 110, 122, 128, 162, 185, 198, 201, 216, 226, 228, 229, 255, 259, 267
<b>nanomatériaux</b> .....	12, 13, 18, 19, 37, 38, 52, 77, 78, 82, 83, 84, 107, 108, 113, 115, 203, 227, 228, 234, 236, 237, 243, 244
nanomètre .....	14, 15, 17, 18, 37, 39, 83, 119

nano-objet .....	39, 51, 52, 53
<b>nano-objets</b> .....	12, 13, 18, 20, 37, 39, 40, 41, 44, 227, 252
nanoparticules .....	12, 19, 21, 25, 30, 32, 33, 34, 38, 39, 41, 42, 44, 70, 74, 75, 77, 82, 83, 86, 87, 90, 102, 107, 108, 112, 115, 116, 162, 214, 227, 234, 236, 238, 241, 243
nanorobots .....	19, 32, 159, 244
<b>nanosciences</b> ....	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 37, 41, 74, 75, 77, 79, 82, 84, 100, 107, 109, 205, 234, 235, 252, 254, 255, 257
<b>nanosystèmes</b> .....	13, 37
nanotoxicologie .....	84
nanotubes de carbone .....	20, 21, 25, 162, 214, 227
narcissisme .....	169, 170, 172, 175
NBIC .....	46, 54, 55, 96, 125, 146, 155, 158, 200, 244, 247, 266
neuro-éthique .....	67, 68
neuroscience .....	63, 67, 68
névrose .....	183, 185, 249

## P

pensée magique .....	134, 135, 211
perversion .....	133, 177, 179, 180, 183, 185, 249, 253
<i>pétition Szilard</i> .....	95
physique quantique .....	15, 49, 50, 71, 131, 185, 195
pincés optiques .....	14, 15
platonisme .....	217, 218
posthumanistes .....	19
principe d'incertitude .....	16, 48, 49, 54, 55, 185, 195, 214, 259
principe de précaution .....	47, 54, 70, 87, 96, 98, 110, 227, 229, 253
prothèses .....	25, 31, 32, 35, 113, 119, 169, 173, 183, 186, 199, 228
puces à ADN .....	21, 22, 33, 39
puces à protéines .....	22, 33
puces analytiques .....	22
puces fonctionnelles .....	22, 23

## R

Règle d'or .....	219, 220, 221, 222
responsabilité .....	45, 46, 57, 61, 87, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 139, 155, 163, 164, 194, 208, 217, 220, 221, 251, 257
résurrection .....	211, 218
révolution scientifique .....	18, 71, 186, 195
RFID .....	35, 39, 43, 44, 99, 158, 210, 265

## S

<i>stents</i> .....	26
---------------------	----

## T

technologies de l'information et de la communication.....	34, 39
techno-science .....	48, 60, 62, 130, 228
thérapie génique .....	22, 30, 35
toxicologie .....	41, 44, 78, 83, 84, 86, 87, 103, 105, 107, 112, 115, 220, 227, 228
transhumanistes .....	19, 56, 119, 124, 126, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 144, 146, 148, 149, 152, 153, 158, 160, 164, 165, 171, 174, 175, 178, 181, 183, 215, 230, 244

## V

vecteurs.....	20, 24, 30, 32, 112, 132
vectorisation .....	24, 32, 34, 37, 83, 85, 112, 118, 199
voie ascendante ou <i>bottom-up</i> .....	17
voie descendante ou <i>top-down</i> .....	17
vulnérabilité.....	163, 215, 216, 218, 219, 223, 254, 255

## W

<i>Weltanschauung</i> (représentation du monde) .....	18, 60
---	--------

## **ABREVIATIONS UTILISEES**

(par ordre d'apparition dans le texte).

TEM : microscope à transmission électronique

HRTEM : microscope à transmission électronique de haute résolution

SPM : microscope à balayage de son

AFM : microscope à force atomique (Atomic Force Microscope)

STM : microscope à effet tunnel (Scanning Tunneling Microscope)

ADN : Acide Désoxyribonucléique

CCNE : Comité Consultatif National d'Ethique

MRFM : microscopie à force de résonance magnétique

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication

RFID : Radio Frequency Identification Device ou « étiquette radio » en français

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

MEMS : Micro Electro-Mechanical Systems (systèmes électromécaniques micrométriques)

CNISF : Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France.

OGM : Organismes Génétiquement Modifiés

CEA : Commissariat à l'Energie Atomique

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

LEEM : les entreprises du médicament

PCRD : Programme-Cadre de Recherche et Développement

FIV : Fécondation *in vitro*

AFSSAPS : agence française de sécurité sanitaire des produits de santé

AFSSET : agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

ISO : International Organization for standardization

REACH : Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

OGM : Organismes Génétiquement Modifiés

ECAS : Comité d'Urgence des Scientifiques Atomistes

NBIC : Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique, Sciences cognitives

CNIL : Conseil National de l'Informatique et des Libertés

CNDP : Commission Nationale du Débat Public

AFNOR : Association Française de Normalisation

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

ATTAC : Association pour la Taxation des Transactions financières et pour l'Action Citoyenne

PMO : Pièces et Main d'œuvre

IVG : Interruption Volontaire de Grossesse

DPI : Diagnostic Pré Implantatoire

GPA : Gestation Pour Autrui

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire

**Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine :  
Temps et discours, approche éthique systémique  
Double discours, approche psychanalytique  
Complémentarité des discours entre science et théologie.**

**Pascale Lintz**

**RESUME**

Cette thèse analysera l'émergence des nanotechnologies en médecine qui pose le problème de l'introduction de composants artificiels et miniaturisés dans le corps humain pour soigner, pallier des insuffisances physiologiques voire améliorer les performances du corps humain. Ces technologies permettent de dresser un diagnostic sûr et précoce des maladies comme le cancer ainsi que des traitements ciblés et même des reconstructions ex nihilo d'organes. Ce domaine du progrès scientifique reste en grande partie encore à appréhender et à analyser. La réflexion se concentrera sur l'élaboration d'une nano-éthique adéquate, sur la notion de transgression des limites qu'implique le discours transhumaniste sur les nanotechnologies d'un point de vue psychanalytique, sur une tension fructueuse des discours entre science et théologie.

**Discipline : Etudes psychanalytiques, Ethique.**

**Mots clés : Ethique, Bioéthique, Nanotechnologies, Médecine, Psychanalyse, Théologie.**

**Analysis and ethical issues of nanotechnology in Medicine:  
Time and discourse, systemic ethical approach  
Double discourse, psychoanalytic approach  
Complementarity between scientific and theological discourses.**

**Pascale Lintz**

**SUMMARY**

This thesis will analyze the emergence of nanotechnology in medicine that poses the problem of the introduction of artificial and miniaturized components in the human body to heal or to alleviate physiological deficiencies or to improve the performance of the human body. These technologies allow the establishment of safe and early diagnosis of diseases such as cancer as well as targeted therapies and reconstructions ex nihilo of organs. This area of scientific progress still remains largely to be understood and analyzed. The study will focus on the development of an adequate ethic for the nanotechnology, the idea of transgression of limits implied in the transhumanist discourse on nanotechnology from a psychoanalytic point of view, and a fruitful tension between scientific and theological discourses.

**Discipline: Psychoanalytic Studies, Ethic.**

**Key words: Ethic, Bio-ethic, Nanotechnology, Medicine, Psychoanalysis, Theology.**